

I. *Theorie der elektrischen Telegraphie, nebst Beschreibung eines neuen, auf die physiologischen Wirkungen der Elektrizität begründeten Telegraphen;*

von P. O. C. Vorsselman de Heer,

Professor der Physik am Athenaeo zu Deventer.

Es giebt in diesem Augenblick vier, in einem etwas beträchtlichen Maafsstabe ausgeführte elektrische Telegraphen, den von Hrn. Gauss in Göttingen, den von Hrn. Steinheil in München, den von Hrn. Wheatstone in London, und den von Hrn. Morse in Amerika. Alle diese Apparate wirken durch die *magnetischen* Effecte der Elektrizität, entweder, indem sie eine Magnetnadel ablenken, wie die europäischen Telegraphen, oder indem sie weiches Eisen magnetisiren, wie der Telegraph des Hrn. Morse. Die HH. Gauss und Morse gebrauchen nur eine einzige Kette oder einen einzigen Doppeldraht, der zwischen den beiden telegraphischen Stationen hin- und hergeht. Bei der Einrichtung des Hrn. Steinheil ist nur ein einfacher Draht vorhanden, indem die Erde selbst als Hälfte des Leiters dient. Hr. Wheatstone endlich nimmt fünf Drähte, mittelst deren er alle Buchstaben des Alphabets augenblicklich signalisiren, und durch zweckmäßige Combination derselben, wenigstens 200 verschiedene Zeichen hervorbringen kann. Bei Errichtung telegraphischer Linien im Grofsen scheint mir das Verfahren des Hrn. Wheatstone den Vorzug zu verdienen: Die ungemeine Leichtigkeit und die grofse Schnelligkeit, mit der sich alle diese Zeichen mittelst fünf Drähte hervorbringen lassen,

entschädigen reichlich für die erhöhten Kosten, die aus der Construction entspringen. Der Telegraph des Hrn. Wheatstone hat vor dem des Hrn. Gaußs denselben Vorzug, wie das Decimalsystem vor dem diadischen, bei welchem man nur die Ziffern 0 und 1 gebraucht, um alle möglichen Zahlen auszudrücken.

Ich will nicht eingehen in das Detail der sinnreichen Methoden, durch welche diese Herren ihre Telegraphen theils auf den *Gesichts*-, theils auf den *Gehörsinn* wirken lassen, eben so wenig wie in die Mittel, welche sie erdacht, damit der Apparat selbst die fortgesandten Zeichen *aufschreibe*. Das ist nicht das Wesentliche der Aufgabe. Es handelt sich hier vor Allem darum, zu wissen, ob die *magnetischen* Wirkungen der Elektrizität von der Art seyen, daß sie, nicht bloß in einer Entfernung von drei oder vier Meilen, wie bei den gegenwärtig ausgeführten Telegraphen <sup>1)</sup>, sondern in einer Entfernung von z. B. hundert Meilen, sichtbar gemacht werden können, ohne daß man nöthig hat Zwischenstationen anzulegen. Diese Stationen sind im Allgemeinen von keinem Nutzen; sie vermehren ohne Noth die Kosten der Anlage einer telegraphischen Linie, da der Zweck der Telegraphie der ist, eine Nachricht von einem Ende dieser Linie nach dem andern zu übertragen, nicht im ganzen Lande zu *verbreiten*. Gesetzt z. B. man wolle eine Correspondenz zwischen Havre und Paris errichten. Kann man die Nachrichten in einem Zuge von der einen Station nach der andern hin versetzen: wozu bedarf es dann noch einer oder mehrer Zwischenstationen?

Theoretisch gesprochen ist die Antwort leicht. Denn einerseits besitzt man die Mittel, die Menge der durch die Drahtleitung laufenden Elektrizität zu vergrößern, entweder indem man die Anzahl oder die Oberfläche

1) Die größte Länge der Drahtleitung findet sich in Hrn. Morse's Telegraphen, und dennoch geht sie nicht über vier Lieues. (*Compt. rend.* 10. Sept. 1838, p. 595.)

de Plattenpaare vergrößert. Andererseits kann man den galvanometrischen Apparaten eine fast unbegrenzte Empfindlichkeit geben, so daß es keinen theoretischen Grund giebt, warum nicht die magnetischen Effecte sich in jeglichen Entfernungen zeigen sollten.

Allein unter *practischem* Gesichtspunkt gewinnt die Aufgabe ein anderes Ansehen. Um aus einer Entfernung von nur etwa zwanzig Meilen eine Ablenkung der Magnetonadel hervorzubringen, bedarf es ungeheurer elektromotorischer Apparate oder Galvanometer von äußerster Empfindlichkeit, die aus diesem Grunde leicht störenden Einwirkungen ausgesetzt seyn würden. Zugleich sind, als Leiter, Drähte von zweckmäßiger Dicke nöthig, und dies würde die Kosten der Errichtung einer telegraphischen Linie für große Entfernungen sehr erhöhen. Nach Rechnungen, die auf die Versuche der berühmtesten Physiker begründet wurden, bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, daß man, allgemein gesprochen, das Problem der elektrischen Telegraphie nicht suchen muß durch die *magnetischen* Wirkungen zu lösen.

Besser wäre es, Sömmering's Idee wieder aufzunehmen, wie er, die telegraphischen Zeichen in den *chemischen* Actionen der Elektrizität zu suchen; allein was mir auffallend scheint, das einfachste Mittel, das wohlfeilste, ich möchte sagen das einzige, welches man für sehr große Entfernungen anwenden kann, ist bisher vernachlässigt worden von den Physikern, die sich mit diesem Probleme beschäftigt haben. Es sind die *physiologischen* Wirkungen der Elektrizität, welche die Grundlage des neuen Telegraphen bilden, den ich habe anfertigen lassen, und dessen Beschreibung ich dem wohlwollenden Urtheile der Gelehrten vorlege. Es ist der erste physiologische Telegraph, welcher erdacht worden; es ist auch der erste Apparat, der die Ideen nicht durch den *Gesichts-* oder *Gehörsinn*, sondern lediglich durch den *Tastsinn* forttragen könnte.

Bevor ich meinen Apparat im Einzelnen beschreibe, will ich das Princip desselben entwickeln, und die Vortheile darthun, welche der *physiologische* Telegraph nothwendig vor jedem anderen, auf den *magnetischen* Wirkungen der Elektrizität beruhenden, System der Telegraphie voraus hat.

Die *Intensität* des elektrischen Stroms einer einfachen Volta'schen Kette wird ausgedrückt durch die Formel:

$$I = \frac{C}{R+r} \dots \dots \dots (1)$$

*I* ist die Intensität des Stroms, und sie bleibt in jedem Querschnitt der Kette dieselbe. Es ist die *Quantität* der Elektrizität, die in der *Einheit* der Zeit durch jeden Querschnitt geht.

*C* ist eine Constante, welche von den Dimensionen des Apparates unabhängig ist, und dieselbe bleibt, was für ein Leistungsvermögen die zwischen die Zink-Kupferplatten eingeschaltete Flüssigkeit auch haben mag, vorausgesetzt es sey die Wirkung eines nämlichen Elektrolyten, welche zur Elektrizitäts-Erregung dient. Mithin verändert der Werth von *C* sich nicht, wenn man dem Wasser Salze, Alkalien oder Säuren zusetzt, welche selber, wie z. B. Schwefelsäure und Salpetersäure, nicht elektrolysirbar sind; wenn aber der hinzugefügte Körper selbst ein Elektrolyt ist, so muß der Werth von *C* einige Aenderung erleiden, wie es z. B. der Fall ist mit Chlorwasserstoffsäure, ein Fall, in welchem *C* geringer wird.

*R* ist der *Widerstand* des Elements (der Kette außer dem Schließdraht. *P.*) und *r* der des Leitungsdrahts, der die Kette schließt. Dieser Widerstand ist nichts anderes als die *Länge*, dividirt durch das Product des Querschnitts in die *Leitungsfähigkeit*, so daß wir haben:

$$R = \frac{L}{CS} \quad , \quad r = \frac{l}{cs}.$$



Die Formel (1) ist im Grunde die nämliche, welche, vor langer Zeit von Hrn. Ohm gegeben, und von Hrn. Pouillet, so wie von Hrn. Fechner, durch schöne Versuche bewiesen worden ist. In einem, der Pariser Academie am 23. Juli 1838 übergebenen »*Mémoire sur quelques points de l'électricité voltaïque*,« mit dessen Berichterstattung die HH. Becquerel und Poisson beauftragt sind, habe ich gesucht aus dieser Formel alle Folgerungen auf eine eigenthümliche Weise herzuleiten und zu entwickeln.

Vereinigt man  $n$  ähnliche Elemente, von denen jede den Widerstand  $=R$  gewährt, zu einer Säule, so wird die *Intensität* des Stroms ausgedrückt durch die Formel:

$$I = \frac{nC}{nR + r} \dots\dots\dots (2)$$

Wenn also ein Element, dessen *Gesamtwiderstand*  $=R$ , in  $n$  ähnliche Plattenpaare *getheilt* wird, so wird der Widerstand jedes Paares  $=nR$ , und also die *Intensität* des Stroms:

$$I = \frac{nC}{n^2 R + r} \dots\dots\dots (3)$$

Um also in einem Draht, dessen Widerstand  $=r$ , die größte *Intensität* des Stroms zu erzeugen, muß der Nenner  $nR + \frac{r}{n}$  ein Minimum werden. Diefs findet statt,

wenn  $n = \sqrt{\frac{r}{R}}$ , und das *Maximum* der *Intensität* wird also:

$$= \frac{C}{2\sqrt{rR}}.$$

Hienach kann man leicht alle Aufgaben lösen, welche sich bei der magnetischen Wirkung der Elektrizität für jegliche Entfernung darbieten.

Um unsere Formeln zur Rechnung anzuwenden, nehme ich zur *Einheit des Widerstandes*, den eines Kupferdrahts von 1 Met. Länge und 1 Mm. Durchmes-

ser; und zur größeren Einfachheit setze ich voraus, die Verbindung der beiden telegraphischen Stationen sey durch einen Draht von dieser Dicke bewerkstelligt. Der Widerstand einer einfachen Volta'schen Kette, bei der die Oberfläche = 1 Quadratmeter, die Dicke der Flüssigkeit zwischen den Zink-Kupfer-Platten = 1 Centimeter, und die Leitungsfähigkeit derselben = 0,1 (die einer gesättigten Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd zur Einheit genommen), findet sich durch die Formel:

$$R = \frac{\frac{\pi}{4}(0,001)^2}{1} \cdot \frac{15000000}{0,1} \cdot 0^m,01.$$

Da, nach Pouillet's Versuchen, die Leitungsfähigkeit des Kupfers = 15000000. Führt man diese Rechnung aus, so findet man:

$$R = 1^m,18,$$

das heißt: ein solches Element bietet denselben Widerstand dar, wie ein 1<sup>m</sup>,18 langer Kupferdraht von 1 Mm. Durchmesser. Man kann den Widerstand vermindern, entweder durch Verringerung der Dicke der Flüssigkeit, oder durch Vergrößerung ihrer Leitungsfähigkeit, und nach der Kenntniß dieser Elemente kann man immer den Zahlenwerth berechnen. Zur Fixirung der Ideen wollen wir annehmen, daß der Widerstand einer flüssigen Schicht von 1 Meter Oberfläche auf 1 Centimeter Dicke gleich sey dem eines Kupferdrahts von 1 Meter Länge und 1 Millim. Durchmesser. Was übrigens auch der Zahlenwerth von  $R$  seyn mag, so bleibt doch der Gang der Schlüsse derselbe.

Dies gesetzt, wie groß muß die Zahl der Plattenpaare seyn, in welche man eine Gesamtfläche =  $R$  zu theilen hat, um in einer Entfernung von z. B. 45 Kilometern, d. h. in einer Kette von 90 Kilometern Länge, die größte Intensität des Stroms hervorzubringen.

Da  $\sqrt{\frac{r}{R}} = 300$ , so muß man das Element in 300

Plattenpaare theilen. Die Intensität des Stroms wird dann  $= \frac{C}{600}$ , d. h. dieselbe wie die eines einfachen Elements von  $\frac{1}{6}$  Quadrat-Decimeter Oberfläche, wenn man als Leiter einen so dicken Draht anwendete, daß man dessen Widerstand in Bezug auf den dieses Elements vernachlässigen könnte.

Hätte man die Fläche in 100 Paare getheilt, würde man haben  $I = \frac{C}{1000}$ . Mit 10 Paaren würde die Intensität nur  $\frac{C}{9010}$  seyn, und mit einem einfachen Element von derselben Gesamtfläche fände man  $\frac{C}{90001}$ .

Man sieht, in welchem Verhältniß man die Zahl der Paare, wegen der Entfernung, in welcher der elektrische Strom seine Wirkung äußern soll, vermehren müßte; denn alle Wirkungen, durch welche der Strom sein Daseyn kund geben kann, hängen einigermassen von seiner Intensität ab.

Nach Faraday's Versuchen stehen die *chemischen Wirkungen im geraden Verhältniß der Intensität des Stroms*.

Dasselbe Gesetz gilt für die *magnetischen Wirkungen*, sowohl für die Ablenkungen der Magnethadel, nach den Versuchen von Becquerel, wie für die Magnetisirung des weichen Eisens, nach denen von Jacobi.

Anlangend die *thermischen Wirkungen* der Elektrizität, so stehen auch sie im *geraden Verhältniß der Intensität des Stroms*, allein zugleich auch im *umgekehrten des Querschnitts und der Leitungsfähigkeit* des sich erwärmenden Drahts. Die frei gewordene *Wärmemenge* in einem Stück des Leiters, dessen Länge, Querschnitt und Leitungsfähigkeit respective durch  $l$ ,  $c$ ,  $s$  ausgedrückt werden, wird also proportional seyn  $I \frac{l}{cs}$ , d. h. dem, was

wir anderswo die *Dichtigkeit* des Stroms genannt haben. Ich sagte, die in dem Draht entwickelte *Wärmemenge*, denn die *Temperatur* desselben ist eine verwickeltere Function, in welche auch dessen Wärmecapacität eingeht. Uebrigens wird der Beweis dieses Satzes vielleicht der Gegenstand einer besonderen Abhandlung seyn.

Endlich scheinen auch die *physiologischen* Effecte im *geraden Verhältniss der Dichtigkeit des Stroms* zu stehen. Denn die Empfindung, welche der Durchgang der Elektricität durch die Nerven in irgend einem Theile des Körpers hervorbringt, wird desto merklicher, je grösser die Intensität des Stroms und je kleiner der auf der Richtung des Stroms winkelrechte Querschnitt des Körpers ist. So giebt der Strom, welcher, wenn er durch die ganz in Quecksilber getauchten Hände in den Körper tritt, keine wahrnehmbare Empfindung hervorbringt, einen merkbaren Schlag, wenn er durch die Fingerspitzen eintritt, obwohl im letzteren Fall seine Intensität geringer ist <sup>1)</sup>). Deshalb erzeugt auch der Strom, der in den Fingern eine Erschütterung giebt, keine Wirkung in den Armen, deren Querschnitt grösser ist; in dem Maasse aber, als man die Intensität des Stromes erhöht, kann man auch die Erschütterung in den Armen und bis zur Brust fühlbar machen. Das weiss man längst durch die Entladungen der Leidner Flasche.

Kurz die *chemischen* und *magnetischen* Wirkungen des Stroms hängen ab von der Elektricitätsmenge, die in der Zeiteinheit durch die *ganze Ausdehnung eines Querschnitts* geht; denn alle Elemente dieses Querschnitts wirken gemeinschaftlich, sowohl um die Magnetnadel abzulenken oder Eisen zu magnetisiren, als auch, um die Bestandtheile elektrolytisirbarer Körper zu trennen. Allein bei den *thermischen* und *physiologischen* Wirkungen hängt der Effect von der Elektricitätsmenge

1) Becquerel, *Traité*, T. V p. 283.

ab, die sich in *jedem Elemente eines Querschnitts* befindet, weil er sich in diesen Elementen selbst aufsert.

Hienach begreift man leicht, weshalb die chemischen und magnetischen Wirkungen im geraden Verhältniß der Intensität des Stroms stehen, während die thermischen und physiologischen proportional der Dichtigkeit desselben sind. Jedoch hängen auch die chemischen Wirkungen in sofern von dieser ab, als, bei einer Dichtigkeit unterhalb einer gewissen Gränze, die Zersetzung aufhört *merkbar* zu seyn. Diefs macht, dafs man in einer und derselben Kette eine gröfsere Menge Gas sammeln kann, wenn die Elektroden blofse Drähte sind, als wenn man sich Platten von gewisser Ausdehnung bedient. Im letzteren Fall breiten sich die Elemente der Zersetzung auf einer gröfseren Fläche aus, und können sonach reichlicher an den Metallflächen haften, wo sie die Erscheinungen der Polarisation erzeugen, die wir in dem erwähnten Memoir ausführlicher behandelt haben. Sobald man übrigens nur den in *einem und demselben Draht* erzeugten thermischen Effect, oder den in *einer und derselben Faser* erzeugten physiologischen Effect betrachtet, stehen beide im geraden Verhältniß der Intensität des Stroms.

Nach diesen Entwicklungen ist es leicht, für jeden Fall einen Apparat zu wählen, der zur Hervorbringung eines gewissen elektrischen Effects in gegebener Entfernung geeignet ist. Und darin eben liegt die Lösung des Problems der elektrischen Telegraphie.

Gesetzt z. B. man könnte mit einer Volta'schen Kette von einem Quadratdecimeter Oberfläche in einer Entfernung von tausend Metern, d. h. in einer Drahtleitung von zwei tausend Metern Länge, eine gewisse Ablenkung der Magnetnadel oder eine gewisse magnetische Kraft in weichem Eisen hervorbringen. Man begreift zuvörderst, dafs es einer gewissen Empfindlichkeit der galvanometrischen Apparate bedarf, um in diesem Fall eine merkbare Wirkung zu erhalten, vor allem, wenn

man eine Maschinerie in Bewegung setzen und die daraus entspringende Reibungen überwinden will, damit der Telegraph selbst die fortgeleiteten Zeichen *aufschreibe*. Allein damit *derselbe* Effect sich in einer Entfernung von 100 Kilometern äußere, bedarf es einer Säule von 100 ähnlichen Plattenpaaren, und für jedes Kilometer mehr muß der Säule ein neues Plattenpaar hinzugefügt werden. Alles dieses sieht man deutlich aus dem Vergleich der Formeln (1) und (2), die wir vorhin gegeben. Von einem neuen Telegraphen, dessen Anlage so bedeutende Kosten verursacht, heißt es aber nicht zu viel verlangen, daß er seine Zeichen bloß in eine Entfernung von 25 Lieues versetzen solle. Allein andererseits ist es etwas unbequem und besonders kostspielig, eine Säule von 100 Plattenpaaren in Thätigkeit zu setzen und zu erhalten, um so mehr als der Telegraph, so wie ich ihn auffasse, nicht bloß für die Bedürfnisse der Regierung dienen soll, sondern auch zum Nutzen von Privaten, ganz wie die Briefpost. Wie oft müßte man nicht diese ungeheuren Apparate erneuen!

Selbst wenn man sich Voltascher Säulen bediente, scheinen die physiologischen Effecte ein weit zweckmäßigeres Mittel zur Telegraphie zu seyn als die magnetischen. Nach den schönen Versuchen von Pouillet ist der Widerstand des menschlichen Körpers, wenn der Strom durch beide, ganz in Quecksilber getauchte Hände in denselben eintritt, gleich einer Länge von elf Lieues desjenigen Kupferdrahts, welchen wir zur Messung nahmen <sup>1)</sup>. Wenn der Strom nur zwei Finger einer Hand durchdringt, findet sich der Widerstand gleich 77 Lieues des nämlichen Drahts. Nun erzeugt man mit einer Säule von 20 Plattenpaaren eine sehr merkliche Erschütterung in den beiden Fingern; folglich würde eine Säule von 40 Plattenpaaren denselben Effect in einer Kette von zwei Personen hervorbringen, oder in einer Person, die sich in einer Drahtleitung von 77 Lieues Kupferdraht

1) Annalen, Bd. XXXXII S. 305.

befände. Hienach würde eine Säule von 100 Plattenpaaren einer Person, die sich in einer Drahtleitung von  $4 \times 77$  Lieues oder einer Entfernung von 154 Lieues befände, sehr fühlbare Erschütterungen geben, während dieselbe elektrische Intensität den besagten magnetischen Effect nur bis in einer Entfernung von 25 Lieues ausüben würde. Ich gebe zu, man könnte die Empfindlichkeit der galvanometrischen Apparate so erhöhen, daß sie aus einer weit größeren Entfernung lenkbar wären; allein ich zweifle, ob man für den telegraphischen Gebrauch der Magnetonadel eine größere oder nur eben so große Empfindlichkeit als die der Nerven geben könne. Damit 20 Plattenpaare eine Erschütterung in den Fingern geben, braucht man nur schwach gesäuertes Wasser anzuwenden; soll also ein magnetischer Effect eben so anwendbar als telegraphisches Zeichen seyn, muß sich dieser Effect mit einem *einzigen* Plattenpaar aus einer Entfernung von etwa 2 Lieues oder in einer Drahtleitung von 15400 Meter erzeugen lassen, weil:

$$\frac{20C}{20R + 77 \times 4000} = \frac{C}{R + 15400}.$$

Bei dieser Rechnung haben wir den Widerstand des galvanometrischen oder des um das weiche Eisen geschlungenen Drahts vernachlässigt gegen den Widerstand der Leitungsdrähte. In dem uns beschäftigenden Problem kann daraus kein erheblicher Fehler entspringen; überdiß ist dieß Element leicht in die Berechnung aufgenommen. Denn nennen wir  $R$  den Widerstand des Elements,  $r$  den des Leitungsdrahts, und  $s$  den des galvanometrischen oder des um das weiche Eisen gewundenen Drahts, so haben wir für eine einzige Kette:

$$I = \frac{C}{R + r + s}$$

und für eine Säule von  $n$  solcher Ketten:

$$I = \frac{nC}{nR + r' + s},$$

Damit also die Intensität in beiden Fällen die nämliche sey, muß man haben:

$$r' + s = n(r + s),$$

also:

$$r' = nr + (n - 1)s.$$

Diese Formel giebt die Entfernung, aus welcher man mit  $n$  Plattenpaaren den nämlichen Effect bewirkt, den man aus der Entfernung  $= r$  mit einem einzigen Paare erhält.

Allein in allen diesen Fällen muß man sich einer sehr großen Anzahl von Plattenpaaren bedienen, weil es kein anderes Mittel giebt, aus sehr großer Entfernung einen magnetischen Effect hervorzubringen. Zwar hat Hr. Steinheil zur Entwicklung eines Stroms in dem Leitdraht eine magneto-elektrische Maschine angewandt, aber wie hat er auch dabei verfahren müssen, um in einer Drahtleitung von nur zwei Lieues Länge und mit galvanometrischen Apparaten von großer Empfindlichkeit, da der Draht 400 bis 600 Windungen um die Nadel machte, einige Wirkungen hervorzubringen. Er hat um den Anker seines Magneten einen Kupferdraht von 36000 Fufs Länge wickeln müssen <sup>1)</sup>! Ich möchte sehen, wie Hr. Steinheil mit seinen ungeheuren Apparaten eine merkliche Wirkung aus einer Entfernung von etwa zwanzig Lieues z. B. hervorbrächte. Er würde bald einsehen, daß die magneto-elektrischen Actionen zur Entwicklung eines wahrnehmbaren Stroms noch weit unpassender sind als die elektro-magnetischen. Der Grund hievon ist leicht zu finden; allein weil gerade darin die große Ueberlegenheit der physiologischen Effecte als telegraphisches Mittel besteht, so will ich sie etwas ausführlich entwickeln.

Bisher haben wir nur von den *stetigen* Strömen gesprochen, und bei diesen sind die chemischen und magnetischen Wirkungen, so wie die thermischen und phy-

1) *Compt. rend.* 10. Sept. 1838, p. 590.



siologischen, wenn man nur *einen und denselben* Draht oder *eine und dieselbe* Faser betrachtet, geradezu proportional der *Intensität* des Stroms, d. h. der *Menge* von Elektrizität, die in der *Einheit der Zeit* durchgeht. Allein, wenn der Strom nur pausenweise wirkt, oder wenn man sich instantaner Ströme bedient, wie die Inductionsströme oder die aus der Entladung einer Leidner Flasche entspringenden, so kommt ein anderes, sehr wesentliches Element in Betracht, nämlich die *Dauer* der Zeit, während welcher der Strom den Leiter durchläuft.

Es giebt einen schönen Versuch von Pouillet, welcher mir in mehr als einer Beziehung ein großes Interesse zu haben scheint. Er bediente sich eines gezahnten Rades, ähnlich dem des Hrn. Masson, bei welchem die Zwischenräume mit Holz ausgelegt sind. Das Rad sitzt auf einer horizontalen Metallaxe, der man eine mehr oder weniger schnelle Rotationsbewegung einprägt. In dem Apparat des Hrn. Pouillet sind die Zwischenräume von Holz und Metall gleich groß, und man kann dem Rade eine solche Geschwindigkeit ertheilen, daß ein Zahn in fast  $\frac{1}{1000}$  Secunde vorübergeht. Die Axe des Rades ist mit dem einen Pol der Säule verbunden, während eine Messingzunge, die, sanft auf den Umfang drückend, folgeweise jeden Zahn berührt, mit dem andern Pol in Gemeinschaft steht. Sonach geht der Strom nur in der *halben* Zeit hindurch, und Pouillet hat gefunden, als er die Rotationsgeschwindigkeit so weit gesteigert hatte, daß die Nadel keine Schwingungen mehr machte, sondern zu einer festen Ablenkung gekommen war, — daß diese Ablenkung die *Halfte* war von der, welche bei dem *stetigen* Strom stattfand <sup>1</sup>).

Die *Intensität* des Stroms, d. h. die *Menge* der aus der Säule in den Leiter gehenden Elektrizität, *dividirt durch die Zeit* (wohl verstanden: *die Zeit*, während

1) Becquerel, *Traité*, V, p. 275. (Annal. Bd. XXXXII S. 300. P.)

welcher der Contact besteht), bleibt hier die *nämliche*, der Strom mag stetig oder in irgend welchen Pausen wirken. Wenn die Rotationsgeschwindigkeit so groß ist, daß jeder Zahn in  $\frac{1}{7000}$  Secunde vorübergeht, so dient die *Elektricitätsmenge*  $Q$ , welche sich bei jeder Unterbrechung entladet, *dividirt durch diese Zeit*, als Maafs für die *Intensität* des Stroms. Allein im Fall einer stetigen Berührung wäre es, wie wenn 7000 Ströme von dieser nämlichen Intensität in *einer* Secunde vorübergingen, während in dem Apparat des Hrn. Pouillet der in einer Secunde auf einander folgenden Ströme nur 3500 da sind. Mithin endlich wird die Summe der Wirkungen der Ströme, seyen diese unterbrochen oder stetig, proportional seyn der *Menge* der Elektricität, welche während dieser Zeit den Leiter durchläuft.

Schon Faraday hat diese Bemerkung gemacht, indem er sagt: *If the same absolute quantity of electricity pass through the galvanometer, whatever may be its intensity, the deflecting force upon the needle is the same* <sup>1)</sup>. Dieser Satz hat Hrn. Sturgeon zu einigen wenig begründeten Einwürfen veranlaßt. Derselbe nennt ihn ohne Anstand: *»so exceedingly vague and inconclusive, that it cannot, with propriety, be said to express any thing* <sup>2)</sup>.« Wie könnte, sagt er, die ablenkende Kraft dieselbe bleiben für dieselbe Elektricitätsmenge, wenn diese den Leiter in einer Secunde, einer Minute, einem Monat oder einem Jahre durchliefe? Die Einwürfe des Hrn. Sturgeon und die Art, wie er sich nur zu oft gegen einen seiner gefeiertesten Landsleute ausdrückt, sind mindestens lächerlich, um nicht mehr zu sagen. Wenn eine gewisse Elektricitätsmenge, bei Durchlaufung des Leiters in z. B. 1", eine Ablenkung erzeugt, so ist klar, daß wenn sie zu jener 1' gebrauchte, diese 60

1) *Phil. Transact.* 1833, No. 365. (Ann. Bd. XXIX S. 375.)

2) *Annals of Electricity*, Oct. 1836, p. 53.

Mal kleiner seyn würde; allein dafür würde auch die Dauer derselben 60 Mal länger seyn <sup>1)</sup>). Das ist der Sinn, den man den Worten Faraday's beilegen muß, und wenn er ihn auch nicht auf eine deutliche Weise ausgesprochen hat, so steht er doch zu hoch in der Achtung der Gelehrten, als dafs er die Ausfälle des Hrn. Sturgeon verdient hätte.

Die *Summe der Effecte*, die in einer *gegebenen Zeit* ausgeübt werden, muß demnach gemessen werden durch die *Elektricitätsmenge*, welche während dieser Zeit den Leiter durchläuft; allein der *Effect*, welchen man in irgend einem *Augenblick* beobachtet, ist proportional der *Intensität* des Stroms, vorausgesetzt jedoch, dafs dessen *Dauer* lang genug sey, damit dieser Effect sein Maximum erreichen könne. Gesetzt, eine Magnetnadel gelange unter der Einwirkung eines stetigen Stroms in einer Secunde auf eine gewisse Ablenkung. Alle Elektricität, welche in der zweiten und den folgenden Secunden den Leiter durchläuft, dient nur dazu, die Nadel in dieser Gleichgewichtslage zu erhalten. Wenn aber der Strom nur eine Dauer von z. B. einem Tausendstel einer Secunde besäße, so ist klar, dafs er die nämliche Ablenkung nicht wird erzeugen können. Dennoch würde seine *Intensität* nicht geändert seyn; aber seine *Dauer* wäre

- 1) Ich setze jedoch voraus, dafs diese Minute vertheilt sey auf 60", die in gewissen Intervallen, nach welchen die Magnetnadel ihre Gleichgewichtslage wieder angenommen hätte, auf einander folgen: denn sonst würde die Aufgabe verwickelter, und man müßte die Natur der Nadel, auf welche gewirkt wird, in Betracht nehmen. So könnte es wohl geschehen, dafs dieselbe End-Ablenkung durch dieselbe Elektricitätsmenge erzeugt würde, mochte sie in einer, in zwei Secunden oder in einer weit kürzeren Zeit durchgehen. Es brauchte die Nadel z. B. nur eine Oscillation in etwa zehn Secunden zu machen, Dann würde sie nach Ablauf der ersten Secunde noch fast parallel unter dem Leitdraht seyn, und die in der zweiten Secunde anlangende Elektricitätsmenge könnte unter denselben Umständen wie die vorhergehende wirken. Uebrigens gehört dieß sonderbare Problem in das Gebiet der Mechanik.

zu kurz, als dafs eine hinlängliche Menge von Elektrizität den Leiter durchlaufen könnte. Um dieselbe Ablenkung in einem Tausendstel einer Secunde mit einem Strom zu erhalten, müfste man ihm eine tausend Mal gröfsere Intensität verleihen.

Dadurch erklären sich die Erscheinungen, welche die auf den Belegen unserer Leidner Flaschen angehäuften Elektrizität darbietet. Selbst bei Entladung durch einen wenig leitenden Körper besitzt diese eine *Intensität*, weit gröfser als die, welche man bisher mit den ungeheuersten Volta'schen Apparaten erzeugen konnte; allein dafür ist auch die *Quantität*, welche sich dort angehäuft befindet, unendlich geringer als die, welche man mit einer Volta'schen Kette, wie klein sie auch sey, in einer Secunde z. B. entwickeln kann <sup>1)</sup>). Hätte man ein Mittel, die Entladungen einer Leidner Flasche anhaltend und ununterbrochen nur 1 Secunde lang durch einen Metalldraht gehen zu lassen, so würde man Wirkungen erhalten, von denen man sich schwer eine Vorstellung macht. Denn angenommen, eine Leidner Flasche entlade sich in einer Tausendstel-Secunde durch einen Metalldraht, so würde man in einer Secunde successiv tausend solche Entladungen haben, von denen eine einzige hinreichte, den Draht zu schmelzen.

Es ist aber gerade seine kurze Dauer, weshalb der Strom einer Leidner Flasche nur schwierig eine chemische und magnetische Wirkung ausübt. Hier reicht die *Intensität* des Stroms allein nicht aus; er bedarf auch einer gewissen *Dauer*; es ist eine *Quantität* des Fluidums nothwendig, um die Magnetnadel abzulenken und die Bestandtheile eines Körpers zu trennen. Indefs diese selbe Elektrizität erzeugt sehr intensive physiologische Effecte. Hier macht die Intensität Alles. Um eine Empfindung  
in

1) Siehe vor Allem Faraday, *Phil. Transact.* 1833, No. 371 etc. (Ann. Bd. XXIX S. 376.)

in den Nerven hervorzurufen, genügt es, daß eine gewisse Elektrizitätsmenge sie innerhalb einer gewissen Zeit durchlaufe. Die *Dauer* dieser Zeit macht nichts dabei. *Mithin ist die Elektrizitätsmenge, welche eine sehr starke physiologische Wirkung ausübt, unendlich geringer, als die, welche zur Hervorbringung einer Ablenkung selbst einer sehr empfindlichen Magnetnadel nöthig ist.* Auf diesem Satz beruht die Vorzüglichkeit der physiologischen Effecte als telegraphisches Mittel. Man bedarf hier nicht der *stetigen* Ströme; selbst mit *instantanen* lassen sich diese Effecte hervorbringen, und daraus entspringt eine große Oeconomie für die Mittel, deren man sich zur Entwicklung des elektrischen Fluidums bedient.

Die Ströme, welche den beabsichtigten Zweck ausgezeichnet erfüllen, sind die magneto-elektrischen, und vor allem die durch galvanische und elektro-magnetische Induction erzeugten.

Mit einer magneto-elektrischen Maschine von Clarke, versehen mit ihrer Intensitäts-Armatur, um welche ein 1500 Meter langer Draht gewickelt war, konnte ich durch eine Kette von vier Personen, die sich mit den trocknen Händen anfaßten, einen sehr fühlbaren Schlag geben. Gesetzt diese Personen berührten sich so innig, wie wenn sie ihre Hände ganz in Quecksilber getaucht hätten (was indess schwerlich der Fall ist, vor allem im Moment, wo sie den Schlag empfangen), so ist klar, daß ich mit diesem Apparat einer Person, die sich in einer Drahtleitung von 32 Lieues, d. h. in einer Entfernung von 16 Lieues befände, einen fühlbaren Schlag hätte geben können. Hr. Steinheil bekam freilich mit seinem *sechs und dreißig tausend* Fuß langen Draht merkwürdigere Wirkungen. Allein es ist wohl zu bemerken, daß man durch Vermehrung der Drahtwindungen die Intensität des Stroms nicht bis in's Unbestimmte erhöhen kann. Es giebt hier eine Gränze, abhängig von der Länge der Leitungsdrähte, die vom Strom durchlaufen

werden sollen; mithin muß man, zufolge der schönen Arbeit von Lenz <sup>1)</sup>, für jeden einzelnen Fall die den Drahtwindungen zu gebenden Dimensionen nach der verlangten Wirkung bestimmen. Als nur eine einzige Person in der Kette war, erfuhr ein sehr empfindliches Galvanometer, das ich eingeschaltet hatte, nicht die geringste Bewegung.

Indefs erhält man weit kräftigere Wirkungen, wenn man sich der *secundären* Ströme bedient. Ich habe über diesen Gegenstand einige Versuche gemacht mit einem von Clarke construirten Apparat, welcher zum reichen Cabinet des Hrn. Nairac, eifrigen Liebhabers der physikalischen Wissenschaften zu Arnheim, gehört. Er besteht ganz einfach aus einem hölzernen Cylinder, welchen zwei wohl gesonderte Drahtgewinde umgeben. Das erste ist gebildet aus einem 90 Fufs engl. langen und  $\frac{1}{20}$  Zoll dicken Kupferdraht; es dient als Leiter des ursprünglichen Stroms. Ueber diesem befindet sich das zweite Gewinde, bestehend aus einem Kupferdraht von 1500 Fufs Länge und  $\frac{1}{30}$  Zoll Dicke; in diesem entwickelt sich der Inductionsstrom. Man leitet den Strom einer Volta'schen Kette durch das erste Gewinde; die Enden des zweiten sind verbunden mit dem Körper, und in dem Augenblick, da man die Berührung unterbricht oder herstellt, erhält man einen wahrhaft unerträglichen Schlag, während das Galvanometer nicht von der Stelle weicht, selbst wenn die Kette ganz metallisch ist. Noch kräftiger werden stufenweise die Wirkungen, wenn man in den Holzcylinder einsteckt: ein massives Stück Eisen, einen hohlen Cylinder von Weisblech, und vor allem ein Bündel dicht zusammenliegender Eisendrähte. Mit dieser letzten Vorrichtung und einer Volta'schen Kette von einem Quadratfufs Oberfläche, gab ich durch eine Kette von funfzehn Personen eine sehr fühlbare Erschütterung. Mit diesem einfachen Apparat also, welcher kaum

1) Poggendorff's Annalen, 1835, Bd. XXXIV S. 385.

mehr als 30 Gulden (60 Francs) kostet, und in der Annahme, daß der Widerstand jeder Person nur 11 Lieues betrage, kann man aus einer Entfernung von wenigstens 77 Lieues einen merklichen Schlag geben. Ich zweifle nicht, daß es mit Apparaten dieser Gattung gelingen werde, eine Erschütterung von Paris nach St. Petersburg zu übertragen.

Die Vorzüge der physiologischen Wirkungen als Mittel zur Telegraphie vor jeder anderen bisher erdachten Einrichtung glaube ich demnach hinreichend erwiesen zu haben. Es ist nun Zeit, den Telegraph, den ich nach diesem Princip construiren liefs, zu beschreiben. Der Apparat ist so einfach, daß wenige Worte zum Verständniß seines Mechanismus genügend seyn werden.

Aus den früher angegebenen Gründen wende ich zehn Drähte an. Diefs erhöht zwar die Kosten der Construction, welche indess bei dem physiologischen System desto geringer sind, als man Drähte von geringerer Dicke anwenden kann. Die Enden dieser zehn Drähte sind diefs- und jenseits verknüpft mit zehn vollkommen gleichen Tasten, welche unter einander in keiner metallischen Verbindung stehen; es würde sogar vortheilhaft seyn, sie auf gewöhnliche Weise zu isoliren. Die Apparate, welche die Zeichen geben und empfangen sollen, sind durchaus gleich; es genügt also, einen einzigen zu beschreiben.

Jede Taste ist doppelt, so daß gleichsam zwei Klaviere da sind, das eine unter dem andern (Taf. V Fig. 1 und 2). Die beiden Tasten, die obere und untere, sind metallisch vereinigt; allein man kann nach Belieben die eine oder die andere niederdrücken, und dann tritt jede für sich in ein Gefäß mit Quecksilber. Somit können die Tasten der oberen Reihe in die Gefäße *P* und *N'*, die der unteren Reihe in *P'* und *N* eintauchen; die Gefäße *N*, *N'* und *P*, *P'* sind metallisch verbunden. Jede Taste ist belegt mit einem Kupferstreifen, der, um in

die Gefäße tauchen zu können, an seinem Ende rechtwinklich gekrümmt ist. In den Tasten der unteren Reihe sind Löcher angebracht, damit die oberen Tasten durchgehen und in die Gefäße *P* und *N'* eintreten können; letztere sind mit den beiden Polen des elektrischen Apparats verbunden. Am andern Ende des Telegraphen befindet sich ein Beobachter, der seine zehn Finger auf die zehn Tasten entweder der oberen oder der unteren Reihe setzt.

Man sieht, man kann bei dieser Einrichtung jedweden zwei Fingern eine Erschütterung mittheilen; dieß giebt für die zehn Finger  $\frac{10 \times 9}{2} = 45$  Combinationen, welche eben so viele Zeichen vorstellen können. Die Erschütterungen, welche stattfinden, wenn man den Strom durch einen Finger der linken, und einen Finger der rechten Hand gehen läßt, sind 25 an der Zahl; sie sollen die Buchstaben des Alphabets vorstellen. Man bringt sie hervor, wenn man eine der links liegenden Tasten I bis V und eine der rechts liegenden VI bis X niedrückt, vorausgesetzt, daß man sie aus derselben, entweder oberen oder unteren, Reihe nehme, und zugleich in der Drahtleitung einen secundären Strom erregt. Als dann fühlen die Erschütterung die beiden Finger, welche auf die Tasten gesetzt sind, die den am Orte der Zeichengebung niedergedrückten entsprechen. Zur Herabdrückung dieser Tasten bedient man sich kleiner Holzstücke oder besser noch, zieht Handschuhe von Seide oder Wolle an; sonst empfindet man selber eine Erschütterung, welche die Wirkung, die man am andern Ende der Drahtleitung hervorzubringen beabsichtigt, schwächen würde.

Die Erschütterungen in den beiden Fingern sind nicht von gleicher Stärke. Die stärkste erhält der Finger, welcher im Sinn der Nerven-Verzweigung von dem Strom durchlaufen wird, d. h. zu welchem der Strom



austritt. Die Thatsache ist bekannt, und Hr. Marianini hat davon eine sehr annehmliche Theorie gegeben <sup>1)</sup>. So geschieht es, daß die Erschütterung in dem einen Finger sehr deutlich ist, während sie in dem andern kaum verspürt wird. Durch folgendes sehr einfaches Mittel hebt man diesen Uebelstand. Nachdem man beide Tasten niedergedrückt hat, vollzieht man die Berührung, und, die Tasten gesenkt lassend, unterbricht man dieselbe gleich darauf. Die beiden Ströme, die sich erzeugen, gehen in entgegengesetzter Richtung, und es bleibt dann kein Zweifel mehr, welche Finger vom elektrischen Fluidum durchströmt wurden.

Läßt man den Strom durch zwei Finger *Einer* Hand gehen, der z. B., deren Finger auf die Tasten I bis V gesetzt sind, so erhält man noch  $\frac{5 \times 4}{2} = 10$  Combina-

tionen, deren ich mich zur Vorstellung von Ziffern bediene. Man bringt diese Erschütterung hervor, indem man zwei Tasten, eine aus der oberen und eine aus der unteren Reihe desselben Klaviers niederdrückt. Hienach bleiben uns noch 10 Zeichen, welche man durch Herabdrückung einer Taste in jedem Klavier von VI bis X geben kann. Man kann diesen Zeichen jede für zweckmäfsig erachtete Bedeutung geben. Sie dienen z. B. dazu, das Ende eines Worts oder eines Satzes zu bezeichnen; anzugeben, ob eine telegraphische Nachricht für die Station, welche sie empfängt, bestimmt sey, oder sogleich einer folgenden Station zugeschickt werden solle; zu bescheinigen, daß man das Zeichen empfangen habe, oder zu jeder anderen Bezeichnung, welche man ihnen gelegentlich zu geben erachtet. Man kann auf die Tasten an den beiden Enden der Drahtleitung selbst die Buchstaben oder Ziffern schreiben, welche sie fortzuschicken bestimmt sind, wie man aus Fig. 2 Taf. V ersieht. Drückt

1) *Annal. de chimie*, XL, p. 225. — *Bibl. univers.* 1829, T. XLII p. 287.

man z. B. die Tasten III und VIII aus derselben Reihe nieder, so wird der Buchstabe *n* fortgesandt; um die Ziffer 3 fortzuschicken, drückt man gleichzeitig die obere Taste I und die untere V herab, oder, was auf eins hinausläuft, die untere Taste I und die obere V.

Hienach begreift man den ganzen Mechanismus des Apparats. Hat der Beobachter in *B* eine Nachricht empfangen, und will darauf antworten, so braucht er nur Handschuhe anzuziehen und der Beobachter in *A* seine zehn Finger auf die Tasten zu setzen. So wird, ohne irgend etwas an dem Apparat zu ändern, eine andere Nachricht in entgegengesetzter Richtung fortgesandt; allein *derselbe* Apparat kann auch zur Uebertragung einer Nachricht nach einer dritten Station *C* angewandt werden. Zu dem Ende werden die Tasten, welche von recht trockenem Holz, von Glas oder von irgend einer isolirenden Substanz verfertigt sind, unten oder zur Seite bekleidet mit anderen Metallstreifen, die mit den zur Station *C* führenden Drähten vereinigt sind und mit den Streifen auf der oberen Seite keine Gemeinschaft haben. Beim Herabdrücken der Tasten treten sie in Verbindung mit anderen Quecksilberbehältern, als zur Correspondenz zwischen *A* und *B* dienen, und diese Behälter sind verbunden mit den Polen des elektromotorischen Apparats. In demselben Zeitpunkt, wo man die Erschütterung in den beiden Fingern bekommt, hat man nur die ihr entsprechenden Tasten herabzudrücken und den Apparat in Thätigkeit zu setzen, was z. B. durch eine Bewegung des Fusses oder sonst einen leicht zu erdenkenden Mechanismus geschieht. Dann wird dieselbe Nachricht *augenblicklich* zu der folgenden Station *C* gesandt, und man erhält sie sonach auf beiden Stationen genau in demselben Zeitpunkt. Ist die Nachricht für *C* bestimmt, und braucht man sie in *B* nicht zu kennen, so hat man nur die zwei erwähnten Arten von Streifen, die obere und untere, zu vereinigen, vorausgesetzt, der angewandte

Apparat sey kräftig genug, dafs er die Erschütterung von *A* bis *C* fortplanzen könne.

Ich habe durch den Orgelbauer Holtgreve zu Deventer, einem Mechaniker voll Eifer und Talent, einen solchen Apparat ausführen lassen; und am 31. Jan. 1839, in einer Sitzung unserer physikalischen Gesellschaft, hatten mehr Mitglieder selber Gelegenheit Versuche damit anzustellen, und sich von der aufserordentlichen Leichtigkeit der Fortsendung der Zeichen zu überzeugen. Ich kann behaupten, dafs es bei einiger Uebung gelingt, sie mit grosser Schnelligkeit zu geben und zu vernehmen, mit einer weit gröfseren, als man irgend von einem magnetischen Telegraphen erwarten kann. Nicht alle Personen sind gleich empfänglich für die Erschütterungen; allein ändert man die Gröfse der elektromotorischen Apparate, deren man in den telegraphischen Büreaus einige vorrätig halten mufs, so kann man Stöße hervorbringen, die der Empfindlichkeit Dessen, der die Finger auf die Tasten setzt, proportional sind.

Es bleibt mir noch zu sagen, durch welches Mittel man den Beobachter benachrichtigen könne, dafs es Zeit sey, sich an den Apparat zu setzen. Denn es ist einleuchtend, dafs man nicht den ganzen Tag die Finger auf einem Klavier halten könne. Zu dem Ende vereinige ich, wenn der Telegraph nicht in Thätigkeit ist, die fünf Tasten eines jeden Klaviers metallisch und befestige daran zwei gehörig lange Drähte, an deren Enden sich zwei Cylinder oder Platten von Metall befinden. Man braucht nur diese Cylinder in den Händen zu halten oder diese Platten an irgend einem Theile des Körpers zu befestigen. Mit dieser Vorrichtung kann man sich zu Bett begeben, kann schlafen, und wenn es Zeit ist aufzustehen, wird ein Schlag es anzeigen, der stark genug ist den Schlaf zu vertreiben, weil dann die Elektrizität zugleich durch alle fünf Drähte geht. Ein blofser Ring, dessen beide Hälften isolirt sind, an den Fin-

gern getragen, würde auch den beabsichtigten Zweck erfüllen.

Sey es mir nun erlaubt, die Vorzüge des neuen telegraphischen Systems vor jedem bisher erdachten nochmals kurz aufzuzählen.

1) Der physiologische Telegraph ist der *einzig*e, welcher für *sehr große Entfernungen* angewandt werden kann.

2) Selbst bei verhältnißmäßig *kleinen Entfernungen* hat er noch Vorzüge vor dem *magnetischen Telegraph*, weil die Leitungsdrähte in diesem Fall eine weit geringere Dicke haben können. Diefs vermindert die Kosten der Anlage bedeutend.

3) Die telegraphischen Apparate sind weit einfacher und für sehr mäßige Preise herzustellen. Hr. Morse berechnet die Kosten seiner Maschine, die man an jeder Station aufstellen müßte, zu 1500 Francs <sup>1)</sup>. Ich erbiere mich dagegen, für etwa 100 Gulden holl. ein telegraphisches Bureau vollständig mit dem nöthigen Apparat zu versehen.

4) Die Kosten, welche zum Betriebe des Telegraphen erfordert werden, sind unvergleichbar geringer als bei dem magnetischen System. Diefs begreift sich vermöge der geringen Elektrizitäts*menge*, die man anwendet; und diels muß in den Mitteln zur Erzeugung derselben eine große Ersparung veranlassen.

Ich möchte glauben, daß die holländische Regierung bald einen Versuch im Großen mit diesem Communicationsmittel machen lassen werde. Wenn der Telegraph, unter Leitung der Regierung, Privatleuten zum Gebrauche frei steht, wie eine Briefpost, so könnte der Staat eine ziemlich beträchtliche Einnahme in diesem neuen Correspondenzmittel finden. Setzte man den Preis einer telegraphischen Nachricht von Amsterdam, über Utrecht, nach Arnheim, nur auf 4 Gulden holl., und gäbe

1) *Compt. rend.* 10. Sept. 1838, p. 595.

es auf der ganzen Linie täglich nur ein Dutzend solcher zu befördern, so könnte man Beamte halten, Zinsen zahlen, und das Kapital in einigen Jahren abtragen. Uebrigens gehören die Details dieser finanziellen Rechnung nicht zum Plan dieser Mittheilung, deren Zweck ein rein wissenschaftlicher ist.

Deventer, 4. Febr. 1839.

---

## II. *Elfte Reihe von Experimental-Untersuchungen über Elektrizität;*

*von Hrn. Michael Faraday.*

(Schluß von S. 27.)

---

### IV. Vertheilung in krummen Linien.

1215. **U**nter den aus der Molecular-Ansicht von der Vertheilung hervorgehenden Resultaten, welche, als von besonderer Natur, am besten für oder wider die Richtigkeit dieser Ansicht zeugen können, ist, glaube ich, die vermuthete Wirkung in krummen Linien für jetzt die wichtigste; denn, wenn sich ihr Daseyn auf eine unzweideutige Weise darthun läßt, so sehe ich nicht ein, wie die alte Theorie von einer Wirkung in die Ferne und in geraden Linien länger haltbar sey, oder wie man den Schluß, daß die gewöhnliche Vertheilung eine Wirkung angränzender Theilchen sey, noch zurückweisen könne.

1216. Unter den älteren Versuchen giebt es manche, die als günstig für die von mir angenommene Theorie angeführt werden könnten. Solche sind die meisten Fälle von elektro-chemischer Zersetzung, elektrischen Feuerbüscheln, Funken, elektrischem Wehen (*auras*) u. s. w. Indefs da diese als zweifelhafte Beweise angesehen wer-

den können, in sofern sie einen Strom und eine Entladung einschliessen (wiewohl sie mir längst Anzeigen von vorhergegangener Molecular-Action gewesen sind (1230)), so bemühte ich mich solche Versuche zu ersinnen, die keine Uebertragung einschliessen, sondern ganz der einfachsten Vertheilungs-Wirkung der statischen Elektrizität angehören.

1217. Es war auch wichtig, diese Versuche in der möglichst einfachsten Weise anzustellen, nicht mehr als Ein isolirendes oder di-elektrisches Medium auf einmal anzuwenden, damit nicht Unterschiede in langsamer Leitung Effecte erzeugen mochten, die man fälschlich für Resultate einer Vertheilung in krummen Linien halten könnte. Es wird unnöthig seyn, jeden Schritt der Untersuchung ängstlich zu beschreiben. Ich will so gleich zu der einfachsten Beweisart der Thatsachen übergehen, zuerst für Luft und dann für andere isolirende Media.

1218. Ein massiver Schellack-Cylinder, 0,9 Zoll im Durchmesser und 7 Zoll lang, war aufrecht in einem hölzernen Fufs (siehe Fig. 8 Taf. II des *vorhergehenden* Bandes) befestigt; sein oberes Ende hatte eine Vertiefung, so dafs eine Messingkugel oder ein anderer Gegenstand hinein gelegt werden konnte. Nachdem die obere Hälfte desselben durch Reiben mit warmem Flanell *negativ* erregt worden, wurde eine Messingkugel *B* von 1 Zoll im Durchmesser auf das obere Ende gelegt, und das Ganze durch die Tragekugel des Coulomb'schen Elektrometer (1180. etc.) untersucht. Zu dem Ende lud man die Kugeln des Elektrometers *positiv* zu ungefähr 360°, legte darauf die Tragekugel an verschiedene Stellen der Kugel *B*, machte beide, während sie in Contact oder Position waren, unisolirt, isolirte sie darauf <sup>1)</sup>,

1) Es braucht wohl kaum gesagt zu werden, dafs die Tragekugel, was für einen Zustand sie auch im Allgemeinen irgend da, wo sie unisolirt und darauf isolirt worden, erlangt haben mochte, diesen nach

trennte sie, und untersuchte die Tragekugel auf die Natur und Stärke ihrer Elektricität. Ihre Elektricität war immer positiv, und die successiv an den Stellen *a*, *b*, *c*, *d* u. s. w. beobachtete Stärke derselben folgende:

bei *a* 1000° und mehr

- *b* 149

- *c* 270

- *d* 512

- *e* 130.

1219. Um das ganze Gewicht dieser Resultate zu begreifen, muß man wissen, daß alle Ladungen der Kugel *B* und der Tragekugel Vertheilungs-Ladungen waren, hervorgehend aus der Wirkung der erregten Oberfläche des Schellackcylinders. Denn jegliche Elektricität, welche die Kugel *B* durch *Mittheilung* entweder im ersten Augenblick oder späterhin von der Kugel erhalten haben mochte, war durch unisolirten Contact fortgenommen, so daß nur die durch *Vertheilung* erlangte übrig blieb. Diefs ergab sich daraus, daß die aus der Kugel, in ihrem unisolirten Zustande, gezogenen Ladungen immer positiv oder entgegengesetzter Art als die des Schellacks waren. Ferner waren die Ladungen in *a*, *c*, *d* solcher Art, wie man sie von einer Vertheilung in *geraden Linien* erwarten durfte; allein die in *b* war *nicht also*. Sie war offenbar eine Ladung durch Vertheilung; allein eine Vertheilung in *krummer Linie*; denn die Tragekugel konnte, als sie *b* berührte und hernach auf sechs Zoll und mehr von der Kugel *B* entfernt war, wegen der Größe von *B*, nicht durch eine gerade Linie mit irgend einem Theil des erregten und inducirenden Schellacks verbunden werden.

1220. Annehmen, daß der obere Theil der unisolirten Kugel *B* durch den dem Schellack zugewandten

Entfernung von dieser Stelle behielt, wenn sie auch durch andere Stellen geführt worden, die ihr, unisolirt, einen anderen Zustand gegeben haben würden.

Theil in einem elektrischen Zustande erhalten werde, würde unserer Kenntniß von diesem Gegenstande widersprechen. Auf der Oberfläche von Leitern wird die Elektrizität nur durch Vertheilung festgehalten (1178); und wenn auch einige Personen dies nicht für isolirte Conductoren zugeben möchten, so werden sie es doch für nicht isolirte Leiter wie die Kugel *B* thun. Um den Gegenstand zu entscheiden, brauchen wir nur die Tragekugel nach *e* zu bringen (Fig. 9), so daß sie nicht mit *B* in Berührung kommt, sie dann durch einen senkrecht herabgehenden Stab mit dem Boden in Verbindung zu setzen, darauf zu isoliren, und ihren Zustand zu untersuchen. Man wird sie mit derselben Elektrizität und selbst in höherem Grade geladen finden, wie wenn sie mit dem Scheitel von *B* in Berührung gewesen war (1224).

1221. Die Voraussetzung ferner, daß die Vertheilung irgend wie *durch* oder *quer über* das Metall der Kugel wirke, wird durch die einfachsten Betrachtungen widerlegt, besser noch durch eine Thatsache. Wendet man statt der Kugel *B* eine kleine Metallscheibe an; so kann die Tragekugel an oder über der Mitte ihrer Oberfläche geladen werden; nimmt man indess die Scheibe von etwa 1,5 oder 2 Zoll Durchmesser, wie *C* in Fig. 10 Taf. II so erhält die Tragekugel keine Ladung bei *f*, obwohl es näher dem Rande bei *g* oder selbst *über der Mitte* bei *h* der Fall ist. Dies findet statt, wenn auch die Scheibe nur aus Blattgold besteht. Hieraus leuchtet ein, daß die Vertheilung nicht *quer durch* das Metall, sondern durch die Luft oder das di-elektrische Mittel geschieht, und zwar in krummen Linien.

1222. Ich hatte eine andere Vorrichtung, in welcher ein mitten durch den Schellack-Cylinder zur Erde herabgehender Draht mit der Kugel *B* (Fig. 11 Taf. II) verbunden war, um sie fortwährend im nicht isolirten Zustand zu erhalten. Dieser sehr bequeme Apparat



gab die nämlichen Resultate wie die früher beschriebenen.

1223. In einem anderen Fall wurde die Kugel *B* von einer zweiten, von dem geriebenen Schellackcylinder einen halben Zoll entfernten Schellackstange getragen; allein die Ergebnisse waren dieselben. Dann wurde der Messingknopf einer geladenen Leidner Flasche statt des geriebenen Schellacks zur Erzeugung der Vertheilung angewandt; allein auch dies brachte keine Veränderung in den Erscheinungen hervor. Sowohl positive als negative Vertheilungs-Ladungen wurden im Allgemeinen mit demselben Erfolg untersucht. Endlich ward die Vorrichtung in der Luft umgekehrt, um jeden möglichen Einwand gegen die Schlüsse zu beseitigen; allein diese liefen ganz auf dasselbe hinaus.

1224. Aufserordentlich interessant waren einige Resultate, die mit einer messingenen Halbkugel, statt der Kugel *B*, erhalten wurden. Sie hielt 1,36 Zoll im Durchmesser, und, nachdem sie auf den geriebenen Schellackcylinder gelegt worden, wurde die Tragekugel in die in Fig. 12 Taf. II angegebenen Lagen gebracht, wie bei den früheren Versuchen. Bei *i* war die Kraft  $112^\circ$ , bei *k*  $108^\circ$ , bei *l*  $65^\circ$ , bei *m*  $35^\circ$ ; nach diesem Punkte hin nahm die Vertheilungskraft allmählig ab, wie zu erwarten stand. Erhob man indess die Tragekugel bis nach *n*, so stieg die Ladung auf  $87^\circ$ , und noch höher, in *o* sogar auf  $105^\circ$ ; in dem noch höheren Punkt *p* betrug die Ladung aber nur  $98^\circ$ , und bei weiterer Erhebung der Kugel fuhr sie in der Abnahme fort. Hier ging die Vertheilung rein um die Ecke. Nichts in der That zeigt besser sowohl die krummen Linien oder Bahnen der durch die Gestalt, Lage und Beschaffenheit der metallenen Halbkugel aus ihrer Geradlinigkeit abgelenkten Vertheilungswirkung, als auch die, so zu sagen, *Seitenspannung* dieser Linien gegen einander; alles hängt,

meiner Ansicht nach, davon ab, daß die Vertheilung eine Wirkung anliegender Theilchen des di-elektrischen Mittels ist, welche durch ihre Kräfte in einen Polarisations- und Spannungszustand versetzt und nach allen Richtungen gegenseitig verknüpft sind.

1225. Als einen anderen Beweis, daß alle die Wirkungen vertheilender Art sind, kann ich noch ein, genau vorauszusehendes Resultat anführen, nämlich, daß, wenn man eine nicht isolirte leitende Substanz neben und nahe an die erregte Schelllackstange bringt, die Vertheilungskraft sich gegen diese richtet, und nicht oben auf der Halbkugel gefunden werden kann. Entfernt man diese Substanz, so nehmen die Linien der Kraft ihre frühere Richtung wieder an. Der Versuch erweist die Seitenspannung dieser Linien, und zugleich die Nothwendigkeit, solche Substanzen bei dieser Untersuchung zu entfernen.

1226. Nach diesen Resultaten über die Gekrümmtheit der Vertheilung in der Luft dehnte ich die Versuche auf andere Gase aus, zuerst auf Kohlensäure und dann auf Wasserstoff. Die Erscheinungen dabei waren den schon beschriebenen ganz ähnlich. Bei diesen Versuchen fand ich, daß wenn man die Gase in Gefäße einschließt, diese sehr groß genommen werden müssen; denn sowohl bei Glas als bei Steingut ist das Leitungsvermögen so groß, daß die Vertheilungskraft des erregten Schellackcylinders gegen sie eben so bedeutend ist wie gegen Metall; und wenn die Gefäße klein sind, richtet sich ein so beträchtlicher Theil der Vertheilungskraft gegen sie, daß die zuvor erwähnte Seitenspannung oder die gegenseitige Abstossung der Linien der Kraft (*mutual repulsion of the lines of force*) (1224), wodurch ihre Beugung veranlaßt wird, so sehr in andere Richtungen gehoben wird, daß die Tragekugel in den Lagen *k, l, m, n, o, p* (Fig. 12) keine Vertheilungsladung empfängt. Eine sehr gute Anstellungsweise der

Versuche ist die, dafs man breite Gasströme durch die Luft auf- oder absteigen läfst und in diesen die Versuche anstellt.

1227. Nun wurden die Versuche dahin verändert, dafs man statt der Luft oder der Gase eine di-elektrische Flüssigkeit, nämlich *Terpenthinöl* nahm. Eine Glasschale wurde mit einer dünnen Schicht Schellack überzogen (1272), und nachdem sie wohl isolirend befunden, höchst rectificirtes Terpenthinöl zu einer Höhe von einem halben Zoll in dieselbe gegossen. Dann setzte man sie auf die messingene Halbkugel (Fig. 12), und stellte die Beobachtungen mit der Tragekugel wie zuvor an (1224). Die Resultate waren dieselben, und es machte keinen merklichen Unterschied, ob die Kugel bei einigen Lagen in oder aufser der Flüssigkeit war.

1228. Zuletzt wandte ich einige starre di-elektrische Media zu demselben Zweck an, und mit demselben Erfolg. Es waren Schellack, Schwefel, geschmolzenes und ausgegossenes borsaures Blei, Flintglas, wohl überzogen mit einer Lackschicht, und Wallrath. Wie mit allen diesen Substanzen verfahren wurde, mag folgender Versuch mit Schwefel zeigen. Aus diesem gofs man eine quadratische Platte von zwei Zoll Seite und 0,6 Zoll Dicke, in der Mitte mit einer kleinen Vertiefung zur Aufnahme der Tragekugel, diese Platte legte man auf die, wie früher, auf der erregten Schellackstange ruhenden Metallhalbkugel (Fig. 14 Taf. II) und stellte die Versuche in *n*, *o*, *p* und *q* an. Mit grofser Sorgfalt wurde bei diesen Versuchen der Schwefel oder die andere starre Substanz von jeder etwa vorherigen Ladung befreit, nämlich durch Behauchen und Abwischen (1203). Nachdem sie von aller elektrischen Erregung frei befunden worden, wurde sie zum Versuch angewandt, dann fortgenommen und abermals untersucht, um zu ermitteln, ob sie eine Ladung erhalten habe; allein sie hatte wirklich als ein di-elektrisches Mittel gewirkt.

Bei allen diesen Vorsichtsmafsregeln waren die Resultate dieselben; und es war sehr befriedigend die krummlinige Vertheilung durch *starre Substanzen* zu erhalten, da jede mögliche Wirkung eine Verschiebung der geladenen Theilchen, welche einige Personen vielleicht bei Flüssigkeiten oder Gasen voraussetzen könnten, hier gänzlich beseitigt war.

1229. Bei diesen Versuchen mit starren di-elektrischen Substanzen war der Grad, der von der Tragekugel in den Lagen  $n, o, p$  (Fig. 14) angenommenen Ladungen, entschieden gröfser, als im Fall, bei denselben Lagen der Kugel, blofs Luft zwischen ihr und der metallnen Halbkugel vorhanden war. Diese Wirkung stimmt, wie späterhin gezeigt werden wird, überein mit den verschiedenen Vermögen dieser Körper, die Vertheilung durch ihre Masse hin zu erleichtern (1269. 1273. 1277).

1230. Ich könnte viele andere, theils alte, theils neue Erfahrungen für die Vertheilung in krummen Linien anführen, allein ich halte dies nach den vorhergehenden Resultaten für überflüssig, und will daher nur zwei erwähnen. Wird ein Conductor  $A$  (Fig. 13) elektrisirt, und eine nicht isolirte Metallkugel  $B$  oder selbst Metallplatte (nur keine mit zu dünnen Rändern) vor ihm gehalten, so giebt ein kleines nicht isolirtes Elektrometer in  $c$  oder  $d$  Anzeigen von Elektricität, die in Bezug auf die von  $A$ , entgegengesetzter Art also durch Vertheilung bewirkt ist, obgleich der influencirende und der influencirte Körper durch die Luft hin nicht durch gerade Linien verbunden werden können. Wenn aber nach der Fortnahme der Elektrometer eine Spitze auf der Rückseite der Kugel, in nicht isolirtem Zustande, befestigt wird, wie bei  $C$ , so wird diese Spitze leuchtend, und entladet den Conductor  $A$ . Der letztere Versuch ist von Nicholson beschrieben, welcher aber falsche Schlüsse daraus gezogen hat <sup>1</sup>). Er wurde hier angeführt,

1) *Encyclop. Britannica, Vol. VI p. 504.*

führt, weil, obgleich er ein Fall von Entladung ist, der Ladung eine Vertheilung vorherging, und diese Vertheilung in krummen Linien geschehen mußte.

1231. Ich sehe nicht ab, wie man die vorstehenden Resultate als Argumente gegen die herkömmliche Theorie der Vertheilung und für die von mir aufgestellte von der Hand weisen könne. Die Wirkungen sind offenbar Vertheilungswirkungen, erzeugt nicht von strömender, sondern von statischer Elektrizität, und diese Vertheilung wird ausgeübt in Linien (*lines of force*), die, obgleich sie in manchen Versuchen gerade seyn mögen, hier nach den Umständen mehr oder weniger gekrümmt sind. Ich gebrauche den Ausdruck *Linie der Vertheilungskraft* hier nur als eine temporäre conventionelle Bezeichnungsweise der Richtung der Kraft bei Vertheilungen. In den Versuchen mit der Halbkugel (1224) ist es sonderbar zu sehen, wie, wenn gewisse Linien an der Unterfläche und dem Rande des Metalls geendigt haben, diejenigen, welche zuvor lateral zu ihnen waren, sich aus- und von einander breiten, indem einige sich herumbiegen und ihre Wirkung auf der oberen Fläche der Halbkugel endigen, während andere oben in ihrem Gange nach Aufsen zusammentreffen und ihre Kräfte vereinigen, um der Tragekugel in einem *größeren Abstände* von der Kraftquelle eine verstärkte Ladung zu geben, und so auf einander einwirken, daß sie eine zweite Biegung in entgegengesetzter Richtung mit der ersten, veranlassen. Alles dieß scheint mir zu beweisen, daß die ganze Wirkung eine zwischen anstossenden, mit einander verknüpften Theilchen ist, nicht bloß in den Linien, welche sie, wie man annehmen kann, quer durch das isolirende Medium zwischen den vertheilenden und vertheilten Oberflächen bilden, sondern auch in Seiten-Richtungen. Es ist dieß, was die Wirkung gleichsam zu einer Seiten-Abstossung oder Ausbreitung in den besprochenen Kraftlinien macht, und die Vertheilung be-

fähigt um die Ecke zu gehen (1304). Die Kraft ist nicht gleich der Schwerkraft, welche die Theilchen durch gerade Linien verknüpft, was für Theilchen auch zwischen ihnen liegen mögen, sondern hat mehr Analogie mit der einer Reihe von Magnetenadeln oder dem Zustande der Theilchen, die, wie man annimmt, das Ganze eines geraden oder krummen Magneten bilden. Wie ich auch die Sache ansehen mag, und mit welchem Argwohn auf den Einfluss von Lieblings-Meinungen auf mich selbst, so kann ich doch nicht begreifen, wie die gewöhnliche Theorie der Vertheilung eine richtige Vorstellung von dem grossen Naturprincipe der elektrischen Wirkung seyn könne.

1232. Bei Beschreibung der zum Gebrauch des Vertheilungs-Apparats nöthigen Vorsichtsmafsregeln, habe ich Gelegenheit gehabt auf eine zu verweisen, die auf Vertheilung in krummen Linien beruht (1203); und nach den schon beschriebenen Versuchen wird man leicht einsehen, welch grossen Einfluss die Schellackstange auf die Ladung der Tragekugel ausüben kann, wenn sie ohne diese Vorsicht an den Apparat (1218) angelegt wird.

1233. Ich halte es für dienlich zunächst einige noch nicht anticipirte Vertheilungs-Effecte zu beschreiben, die mit Körpern, wie Glas, Schwefel u. s. w. erhalten wurden. Richtig verstanden, lehren sie uns gewisse Vorsichtsmafsregeln, die bei Untersuchung der grossen Frage über das specifische Vertheilungsvermögen nothwendig sind.

1234. In einen der schon beschriebenen Vertheilungs-Apparate (1187) wurde eine halbkugelförmige Schale von Schellack gelegt, die den Zwischenraum zwischen der inneren Kugel und der unteren Halbkugel beinahe ausfüllte. Wenn also der Apparat geladen worden, so war der Schellack das di-elektrische oder isolirende Medium, durch welches hin die Vertheilung in diesem Theile stattfand. Wenn der Apparat zuerst mit Elektricität

(1198) bis zu einer gewissen Intensität, z. B.  $400^{\circ}$  des Coulomb'schen Elektrometers (1180), geladen wurde, so sank er weit schneller von diesem Grade herab, als er von einem höheren Grade der Ladung auf  $400^{\circ}$ , oder von einer abermaligen Ladung von  $400^{\circ}$  weiter herabgesunken seyn würde; wenn auch alle übrigen Umstände gleich blieben. Wenn er ferner, nachdem er eine Zeit lang, z. B. 15 bis 20 Minuten, geladen worden, plötzlich und vollkommen entladen, und selbst der Stange alle Elektrizität entzogen wurde (1203), so nahm er doch, sich selbst überlassen, allmähig wiederum eine Ladung an, die nach neun oder zehn Minuten auf  $50^{\circ}$  oder  $60^{\circ}$ , einmal sogar auf  $80^{\circ}$  stieg.

1235. Die Elektrizität, welche in diesen Fällen aus einem scheinbar latenten Zustand in einen sensiblen zurückkehrte, war immer von gleicher Art wie die durch die Ladung ertheilte. Die Rückkehr fand an beiden vertheilenden Oberflächen statt. Denn wenn der Apparat, nach seiner vollständigen Entladung, isolirt ward, nahm die äußere Kugel negative Elektrizität an, so wie die innere wieder positiv wurde.

1236. Dieser Vorgang unterschied sich zugleich von dem, welchen die geriebene Stange durch Wirkung in krummen Vertheilungslinien (1203. 1232) ausübte, durch den Umstand, daß alle wiedergekehrte Elektrizität vollkommen und augenblicklich entladen werden konnte. Er schien von dem inneren Schellack abzuhängen, und einigermassen herzurühren von Elektrizität, die, in Folge eines früheren Zustandes, in den der Lack durch die Ladung der metallischen Belege oder Kugeln versetzt worden, aus diesem entwickelt wurde.

1237. Um diesen Zustand genauer zu untersuchen, wurde der Apparat, versehen mit seiner halbkugeligen Schellackschale, etwa 45 Minuten lang bis über  $600^{\circ}$  mit positiver Elektrizität an den Kugeln *h* und *B* geladen (Fig. 6 Taf. II des *vorigen* Bandes). Dann wurde

er entladen, geöffnet, die Schellackschale herausgenommen und deren Zustand untersucht. Diefs geschah, indem die Tragekugel nahe an die Schellackschale gebracht, ableitend berührt, isolirt, und nun auf ihre Ladung untersucht wurde. Da es nur eine Vertheilungsladung seyn konnte, so mußte die Elektricität der Kugel entgegengesetzter Art seyn mit der an der Oberfläche des Schellacks, welcher die Ladung erzeugt hatte. Anfangs schien das Schellack ganz frei von jeder Ladung, allein allmählig nahmen seine beiden Oberflächen entgegengesetzte Elektricität an; die concave, an der inneren oder positiven Kugel gelegene Oberfläche zeigte positive Elektricität, und die convexe, mit der negativen Belegung in Berührung gewesene, die negative. Beide elektrischen Zustände nahmen eine Zeit lang an Intensität zu.

1238. Da die rückkehrende Wirkung offenbar sogleich nach der Entladung am größten war, so setzte ich den Apparat wiederum zusammen, und lud ihn wie zuvor 15 Minuten lang, die innere Kugel positiv. Ich entlud ihn dann, nahm sogleich die obere Halbkugel mit der inneren Kugel ab, und untersuchte die Schellackschale, sie in der unteren unisolirten Halbkugel lassend, auf ihrer inneren Oberfläche mit der Tragekugel wie zuvor (1237). Auf diese Weise fand ich die Oberfläche des Schellacks wirklich negativ oder im entgegengesetzten Zustand zu der vorhin in ihr gewesenen Kugel. Dieser Zustand verschwand aber rasch, und ihm folgte ein positiver, der eine Zeit lang an Intensität zunahm, in derselben Weise wie zuvor. Der erste negative Zustand der Oberfläche, entgegengesetzt der positiven ladenden Kugel, ist eine natürliche Folge des Zustandes der Dinge, da die ladende Kugel nur in wenigen Punkten mit dem Schellack in Berührung steht. Er widerstreitet nicht dem allgemeinen Resultat und dem jetzt betrachteten besonderen Zustand, vielmehr hilft er den endlichen



Uebergang der Schellackflächen in einen elektrischen Zustand, ähnlich dem der anliegenden Metallflächen, in einer sehr hervorstechenden Weise erläutern.

1239. Ich untersuchte nun *Glas* rücksichtlich seiner Fähigkeit zur Annahme dieses besonderen Zustands. Ich hatte eine dicke hemisphärische Schale von Flintglas machen lassen, die in dem Raum *o* der unteren Halbkugel (1188. 1189) pafste; sie war erhitzt und mit einer alkoholischen Lösung von Schellack gefirnist worden, um die Leitungsfähigkeit ihrer Oberfläche zu zerstören. Darauf, erwärmt, untersucht, fand ich, dafs auch sie *denselben* Zustand annahm, doch, wie es schien, nicht in demselben Grade, indem die rückkehrende Wirkung in verschiedenen Fällen nur auf  $6^{\circ}$  bis  $18^{\circ}$  stieg.

1240. *Wallrath*, auf dieselbe Weise versucht, gab auffallende Resultate. Wenn die ursprüngliche Ladung 15 bis 20 Minuten lang auf ungefähr  $500^{\circ}$  gehalten worden, betrug die rückkehrende Ladung  $95^{\circ}$  bis  $100^{\circ}$ , und erreichte nach etwa 14 Minuten ihr Maximum. Auf eine nicht länger als 2 oder 3 Secunden fortgesetzte Ladung folgte eine rückkehrende Ladung von  $50^{\circ}$  bis  $60^{\circ}$ . Die früher (1234) gemachten Beobachtungen bestätigten sich bei dieser Substanz. Der Wallrath, obwohl eine schwache Ladung eine Zeit lang isolirend, ist ein besserer Leiter als Schellack, Glas und Schwefel, und seine Leitungsfähigkeit ist verknüpft mit einer Leichtigkeit, den hier betrachteten besonderen Effect zu äufsern.

1241. *Schwefel*. Ich war begierig, den Betrag des Effectes dieser Substanz kennen zu lernen, erstlich, weil sie ein vortrefflicher Isolator ist, und in dieser Beziehung den Zusammenhang des Effects mit dem Leitungsvermögen eines di-elektrischen Mediums (1247) darthun würde, und dann, um, für die Erforschung der Frage über das specifische Vertheilungsvermögen (1277), den Körper zu erhalten, welcher den nun betrachteten Effect im schwächsten Grade zeige.

1242. Mit einer guten halbkugelförmigen Schale von gegossenem und rissefreiem (*sound*) Schwefel erhielt ich die Rückladung zum Betrage von  $17^{\circ}$  bis  $18^{\circ}$ . Glas und Schwefel, welche durch ihre Masse hin (*bodily*) schlechte Elektricitätsleiter oder wirklich fast vollkommene Isolatoren sind, gaben demnach nur eine sehr kleine Rückladung.

1243. Denselben Versuch wiederholte ich blofs mit *Luft* in dem Vertheilungs-Apparat. Nachdem er einige Zeit hindurch stark geladen worden, konnte ich eine schwache Rückwirkung erhalten, die aber, wie sich zuletzt auswies, vom Schellack der Stange herrührte.

1244. Ich suchte Etwas diesem Zustande Aehnliches mit Einer elektrischen Kraft und ohne Vertheilung hervorzubringen; diels schien nach der Theorie von einer oder zwei elektrischen Flüssigkeiten nicht unmöglich, und dann würde ich eine absolute Ladung (1169. 1177) oder etwas Aehnliches erhalten haben. Allein es mifslang. Ich erregte die Aufsenseite eines Schellack-cylinders eine Zeit lang sehr stark, entlud ihn darauf rasch (1203), und wartete nun, ob eine Rückladung erscheinen würde; allein vergebens. Diels ist eine zweite Thatsache zu Gunsten der Untrennbarkeit beider elektrischen Kräfte, und ein zweites Argument für die Ansicht, dafs die Vertheilung, mit den sie begleitenden Erscheinungen, auf einer Polarität der Körpertheilchen beruht.

1245. Obgleich anfangs geneigt diese Erscheinungen auf einem besonderen versteckten Zustand einer gewissen Portion der Kräfte zu beziehen, so glaube ich doch sie seitdem richtig auf bekannte Principien der elektrischen Action zurückgeführt zu haben. Die Rückladungen scheinen herzuführen von einem wirklichen Eindringen der Ladung in das di-elektrische Medium bis zu einer gewissen Tiefe an beiden Seiten desselben, vermöge dessen, was wir Leitung nennen; so dafs, um die

gewöhnliche Sprache zu reden, die die Vertheilung unterhaltenden elektrischen Kräfte nicht bloß auf den metallischen Oberflächen verweilen, sondern auf und in dem di-elektrischen Medium, bis zu einer größeren oder geringeren Tiefe von den metallenen Belegen ab. Sey Taf. II Fig. 15 der Durchschnitt einer Platte von irgend einem di-elektrischen Stoff,  $a$  und  $b$  die metallenen Belege;  $b$  sey unisolirt und  $a$  positiv geladen. Werden  $a$  und  $b$  entladen, isolirt und sogleich untersucht, so wird keine Elektrizität auf ihnen gefunden. Allein nach kurzer Zeit, nach 10 bis 15 Minuten, erweisen sie sich bei abermaliger Untersuchung wieder geladen, in derselben Weise wie zuvor, aber nicht in demselben Grade. Gesetzt nun die positive Kraft sey, unter dem zwingenden Einfluß aller betreffenden Kräfte, in das di-elektrische Medium eingedrungen und habe auf der Linie  $p$  Platz genommen; eine entsprechende Portion der negativen Kraft wird dann ihre Stellung auf der Linie  $n$  nehmen, so daß in der That das di-elektrische Mittel an diesen beiden Stellen positiv und negativ geladen worden ist. Dann ist klar, daß die Vertheilung (*Induction*) dieser beiden Kräfte, jetzt da sie durch den kleinen Abstand  $np$  getrennt sind, größer gegen einander und geringer nach außen seyn wird, als damals, wo sie in der größeren Entfernung  $ab$  waren. Werden nun  $a$  und  $b$  entladen, so ist alle äußere Vertheilung zerstört oder neutralisirt, und die Belege werden daher durch die Tragkugel unelektrisirt befunden; allein die Entladung hat auch fast die gesamten Kräfte, durch welche die elektrische Ladung in das di-elektrische Mittel getrieben ward, fortgenommen, und obgleich ein Theil wahrscheinlich vorwärts geht, und in dem, was wir Entladung nennen, endigt, so kehrt doch ein größerer Theil zu den Oberflächen von  $c$  zurück, folglich zu den Leitern  $a$  und  $b$ , die demnach eine Rückladung erhalten.

1246. Folgendes ist der Versuch, der mir die Rich-

tigkeit dieser Ansicht bezeugt. Zwei Platten von Wallrath, *d* und *f*, Fig. 16 Taf. II wurden zusammengelegt zur Bildung des di-elektrischen Mittels; *a* und *b* waren die metallischen Belege dieser zusammengesetzten Platte. Das System wurde geladen, dann entladen, unisolirt und geprüft; es gab der Tragekugel keine Anzeigen von Elektricität. Darauf wurden die Platten *d* und *f* von einander getrennt; augenblicklich zeigten sich *a* nebst *d* in dem positiven Zustand, und *b* nebst *f* in dem negativen; fast alle Elektricität befand sich in den Belegen *a* und *b*. Hieraus ist klar, dafs von den gesuchten Kräften die positive in der einen Hälfte der zusammengesetzten Platte, und die negative in der andern Hälfte war; denn als sie (*bodily*) mit den Platten aus ihrem gegenseitigen Vertheilungs-Einflufs entfernt wurden, erschienen sie an getrennten Orten, und nahmen daher ihre Kraft, durch Vertheilung auf die Elektricität umgebender Körper zu wirken, nothwendig wieder an. Hätte der Effect blofs auf einer eigenthümlichen Relation der angränzenden Körpertheilchen beruht, so würde jede Plattenhälfte, *d* und *f*, positive Kraft an der einen Oberfläche, und negative an der anderen gezeigt haben.

1247. Es erhellt demnach, dafs die besten starren Isolatoren, wie Schellack, Glas und Schwefel, in dem Grade leitend sind, dafs die Elektricität in ihre Masse eindringen kann, doch immer unter dem überwältigenden Einflufs des Vertheilungszustandes (1178). Anlangend die Tiefe, bis zu welcher die Kräfte in dieser Form von Ladung der Theilchen eindringen, so sollte sie, theoretisch genommen, sich durch die ganze Masse erstrecken; denn so wie die Ladung des Metalls auf das nächste Stück des di-elektrischen Mediums wirkt, so müßte das geladene Stück des di-elektrischen Mittels auf das nächst folgende wirken; allein wahrscheinlich wird sich in den besten Isolatoren die freie Ladung nur bis zu einer sehr kleinen Tiefe erstrecken; denn sonst würde sie, bei Un-

terhaltung der ursprünglichen Ladung, in dem ersten Augenblick verschwinden, weniger Zeit würde zur Annahme des besonderen Zustandes erforderlich seyn, und mehr Elektrizität als Rückladung wieder erscheinen.

1248. Der Umstand, daß *Zeit* zum Eindringen der Ladung erfordert wird, ist wichtig, sowohl hinsichtlich der allgemeinen Beziehung dieser Fälle auf Leitung, als für die Beseitigung eines Einwurfs, den man sonst mit Fug gegen gewisse, weiterhin (1269. 1277) aufgeführte Resultate über spezifische Vertheilungs-Fähigkeiten erheben könnte.

1249. Daß das Glas zwischen den Belegen der Leidner Flasche zur Annahme dieses Zustandes Zeit gebraucht, giebt Anlaß zu der bekannten Erscheinung, welche gewöhnlich durch eine Verbreitung der Elektrizität über den unbelegten Theil des Glases erklärt wird, nämlich der *rückständigen Ladung*. Der Betrag der Ladung, welche eine große Batterie, nach vollkommener Un-Isolation beider Oberflächen, freiwillig wieder annehmen kann, ist sehr bedeutend, und bei weitem der größte Theil derselben rührt her von der Rückkehr der Elektrizität in der beschriebenen Weise. Eine Platte von Schellack, sechs Quadratzoll groß und einen halben Zoll dick, oder eine ähnliche Platte von Schellack, einen Zoll dick, bekleidet an beiden Seiten mit Zinnfolie wie eine Leidner Flasche, zeigt diese Erscheinung gemein gut.

1250. Der eben beschriebene besondere Zustand der di-elektrischen Körper vermag offenbar eine Wirkung hervorzubringen, welche mit den Resultaten und Schlüssen aus dem Gebrauche zweier Vertheilungs-Apparate, wenn in einem oder beiden Schellack, Glas u. s. w. angewandt wird (1192. 1207), in Widerspruch steht. Denn nach Theilung der Ladung in solchen Fällen gemäß der beschriebenen Methode (1198. 1207), ist klar, daß der eine, welcher eben die halbe Ladung empfan-

gen hat, schneller in seiner Spannung fallen muß als der andere. Denn gesetzt, Apparat I sey zuerst geladen, und Apparat II theile die Ladung mit ihm. Wenn auch beide wirklich gleich viel verlieren, so wird doch Apparat I, welcher die eine Hälfte abgegeben hat, durch einen gewissen Grad von Rückladung (1234) in seiner Spannung erhalten werden, während Apparat II desto rascher durch das Anrücken des besonderen Zustandes herabsinkt. Ich habe mich bemüht diese Störung dadurch zu vermeiden, daß ich den ganzen Proceß des Vergleichs so schnell wie möglich vollzog und die Kraft des Apparats II sogleich nach der Theilung bestimmte, ehe aus der Annahme des besonderen Zustandes eine merkliche Verringerung der Spannung entspringen konnte. Da zwischen der ersten Ladung des Apparats I und der Theilung, und eben so zwischen der Theilung und der Entladung, als die Kraft der nicht übertragbaren Elektrizität gemessen ward, ungefähr drei Minuten verstrichen, so habe ich angenommen, daß die entgegengesetzten Tendenzen in diesen Perioden den Apparat während der letzten Periode in einem ziemlich constanten und gleichförmigen Zustand erhalten hatten.

1251. Die beschriebene eigenthümliche Wirkung findet statt sowohl am Schellack der Stange als an der in dem Apparat angewandten *di-elektrischen* Substanz. Sie ist daher eine Ursache, weshalb die Außenseite der Stange, unabhängig von der Wirkung von Staub und schwebenden Theilchen (1203), bei einigen Operationen mit Elektrizität geladen wird.

#### V. Specifische Vertheilung oder specifisches Vertheilungsvermögen.

1252. Ich beginne nun, die große Frage über das *specifische Vertheilungsvermögen* zu untersuchen, nämlich zu untersuchen, ob die verschiedenen di-elektrischen Körper wirklich einen Einfluß auf den Grad der durch

sie hin stattfindenden Vertheilung ausüben. Wäre es der Fall, so schien mir dieß nicht nur höchst wichtig für das weitere Verständniß der Gesetze und Resultate der Vertheilung, sondern auch ein abermaliges und sehr kräftiges Argument für die von mir aufgestellte Theorie, daß das Ganze auf einer Molecular-Action beruhe, nicht auf einer in merkliche Ferne.

Die Frage kann so gestellt werden: Gesetzt *A* sey eine elektrisirte Platte, aufgehängt in der Luft, *B* und *C* seyen zwei ganz ähnliche Platten, zu beiden Seiten von *A*, in gleichen Abständen, parallel mit derselben, unisolirt angebracht. *A* wirkt dann gleich stark vertheilend auf *B* und *C*. Wenn nun bei dieser Stellung der Platten irgend ein anderes di-elektrisches Mittel als Luft, z. B. Schellack, zwischen *A* und *C* gebracht wird, wird dann die Vertheilung zwischen ihnen noch dieselbe bleiben? Wird dann das Verhalten von *C* und *B* zu *A*, trotz der Verschiedenheit der zwischen sie eingeschalteten di-elektrischen Stoffe, ungeändert seyn?

1253. So weit ich mich erinnere, ist angenommen, daß eine solche Variation der Umstände keine Aenderung bewirke, und das Verhalten von *B* und *C* zu *A* gänzlich von den Abständen derselben abhängen. Ich entsinne mich nur einer experimentellen Erläuterung dieser Frage, und das ist die von Coulomb <sup>1)</sup> in der er zeigt, daß ein Draht, von Schellack umgeben, genau dieselbe Elektricitätsmenge aus einem geladenen Körper zog, als von Luft umgeben. Der Versuch war mir kein Beweis von der Richtigkeit der Annahme. Denn es sind nicht bloß die den geladenen Körper umgebenden Schichten der di-elektrischen Substanzen, welche man zu untersuchen und vergleichen hat, sondern die *Gesammtheit* zwischen jenem Körper und den umgebenden Leitern, woran die Vertheilung endet. Ladung beruht auf

1) *Mémoires de l'Acad.* 1787, p. 452, 453.

Vertheilung (1171. 1178); und wenn die Vertheilung den Theilchen des umgebenden di-elektrischen Mittels angehört, so gehört sie *allen* Theilen dieses von den umgebenden Leitern eingeschlossenen Mittels an, nicht blofs den wenigen in nächster Umgebung des geladenen Körpers. Mochte nun der von mir gesuchte Unterschied existiren oder nicht, so fand ich doch bald Grund zum Zweifel an dem Schlufs, der aus Coulomb's Resultat gezogen werden könnte; und deshalb verfertigte ich den Apparat, welcher, nebst seinem Gebrauch, bereits beschrieben worden ist (1187 u. s. w.), und mir für die Untersuchung der Aufgabe wohl geeignet zu seyn scheint.

1254. Glas und viele andere Körper, welche auf dem ersten Blick als sehr geeignet für die Prüfung dieses Satzes erscheinen könnten, erwiesen sich für diesen Zweck, aufserordentlich unpassend. Das Glas, wie gut erwärmt und getrocknet es auch seyn mag, ist, hauptsächlich wegen seines Alkali-Gehalts, auf seiner Oberfläche in gewissem Grade leitend, vermöge der Feuchtigkeit der Atmosphäre, und diefs macht dasselbe zu einem Probeversuch untauglich. Harz, Wachs, Steinöl, Terpenthinöl und viele andere Substanzen mußten auch wegen eines geringen Grades von Leitvermögen verworfen werden. Endlich wurden Schellack und Schwefel gewählt, und diese zeigten sich, nach vielen Versuchen, als die am besten für diese Untersuchung tauglichen di-elektrischen Mittel. Es kann nicht schwer halten einzusehen, wie ein Körper, durch den Besitz eines schwachen Grades von Leitungsfähigkeit, Wirkungen hervorzubringen vermag, die anzudeuten scheinen könnten, er habe eine gröfsere Fähigkeit, eine Vertheilung durch sich hin zu gestatten, als ein anderer vollkommen isolirender Körper. Diese Fehlerquelle war die einzige, welche zu vermeiden ich bei den Probeversuchen sehr schwierig fand.



1255. *Vertheilung durch Schellack hin.* Als einen vorläufigen Versuch ermittelte ich zuerst, dafs überhaupt, wenn ein Theil der Oberfläche einer dicken Schellackplatte erregt oder geladen ward, kein merklicher Unterschied in dem Charakter der von diesem geladenen Theil unterhaltenen Vertheilung vorhanden war, diese Vertheilung mochte durch Luft hin in der einen Richtung, oder durch die Schellackplatte hin in der andern ausgeübt werden; sobald die zweite Oberfläche der Platte nur nicht durch Berührung mit Leitern, durch Wirkung von Staub oder auf andere Weise geladen worden war (1203). Vermöge ihrer Starrheit hielt sie die erregten Theilchen in einer permanenten Lage; aber das schien auch Alles zu seyn. Denn diese Theilchen wirkten auf der einen Seite just so frei durch den Schellack hin, als auf der andern durch die Luft. Denselben allgemeinen Versuch machte ich, indem ich eine Scheibe Zinnfolie an einer Seite der Schellackplatte befestigte und darauf elektrisirte. Die Resultate waren dieselben. Schwerlich wird irgend eine andere Substanz als Schellack und Schwefel, noch irgend eine andere Flüssigkeit, die ich untersucht habe, diese Prüfung ertragen. Glas in seinem gewöhnlichen Zustand taugt nichts; doch war es wesentlich nothwendig, diesen ersten Grad von Vollkommenheit in den angewandten di-elektrischen Mitteln zu erlangen, bevor ein weiterer Fortschritt in der Hauptuntersuchung gemacht werden konnte.

1256. *Schellack und Luft* wurden zunächst verglichen. — Zu dem Ende wurde eine dicke, halbkugelförmige Schale von Schellack in die untere Halbkugel eines der Vertheilungs-Apparate gelegt (1187), so dafs sie den unteren Theil des Zwischenraumes 00, Fig. 6 Taf. II, beinahe ausfüllte. Dann geladen und getheilt, nach der schon beschriebenen Weise (1198. 1207), wurde der zweite Apparat zum Empfange der ersten Ladung vor der Theilung mit dem andern angewandt. Da

man wufste, dafs die Apparate, wenn beide Luft enthielten, gleiches Vertheilungsvermögen besaßen (1209. 1211), so mußte jeder durch die Einführung des Schellacks entspringende Unterschied eine besondere Wirkung in diesem anzeigen, und, wenn er unzweideutig auf einen specifischen Vertheilungs-Einflufs zu beziehen war, den gesuchten Punkt feststellen. Die zur Anstellung der Versuche nöthigen Vorsichtsmafsregeln habe ich bereits angeführt (1199 u. s. w), und was den Fehler betraf, der aus der Annahme des besonderen Zustandes entspringen konnte, so schützte ich mich bestmöglich gegen denselben, indem ich zuvörderst schnell operirte (1248), und späterhin, indem ich von Glas oder Schwefel, einem di-elektrischen Mittel, welches den besonderen Zustand sehr langsam und im schwächsten Grade annimmt (1239. 1241), Gebrauch machte.

1257. Die Schellack-Halbhugel wurde in Apparat I gebracht und Apparat II mit Luft erfüllt gelassen. Die Resultate eines Versuchs, in welchem die Ladung durch Luft hin mit dem Schellack-Apparat getheilt wurde, waren folgende:

Apparat I Schellack.	Apparat II Luft.
Kugeln 255°	
0° . . . . .	
. . . . .	304°
. . . . .	297
Ladung getheilt	
113° . . . . .	
. . . . .	121°
0 . . . . .	nach Entlad.
. . . . .	7 dito dito.

1258. Hier können 297° — 7° oder 290° als die theilbare Ladung des Apparats II angesehen werden (indem die 7° die constante Wirkung der Schellackstange (1203. 1232)), wovon 145° die Hälfte ist. Der Schel-

lack-Apparat gab  $113^{\circ}$  als die nach der Theilung erlangte Kraft oder Spannung. Der Luft-Apparat II gab  $121^{\circ} - 7^{\circ}$  oder  $114^{\circ}$  als das, was er von der theilbaren Ladung von  $290^{\circ}$  behielt. Diese beiden Zahlen sollten gleich seyn, und sie sind es auch sehr nahe, bis weit innerhalb der Beobachtungsfehler. Allein diese Zahlen weichen sehr ab von  $145^{\circ}$  oder von der Kraft, welche die halbe Ladung gehabt haben würde, hätte der Apparat I, statt Schellack, Luft enthalten; und es erhellt, dafs während, bei der Theilung, die Vertheilung durch die Luft hin  $176^{\circ}$  an Kraft verlor, die durch Schellack hin nur  $113^{\circ}$  gewann.

1259. Nimmt man an, dieser Unterschied hänge gänzlich davon ab, dafs das Schellack die vertheilende Wirkung durch seine Masse mit gröfserer Leichtigkeit gestatte oder veranlasse als die Luft durch die ihrige, so würde diese Fähigkeit für elektrische Vertheilung sich umgekehrt verhalten wie respective der eben angeführte Gewinn und Verlust, und, die Fähigkeit des Luft-Apparats als Eins angenommen, würde die des Schellack-Apparats  $\frac{1}{11\frac{2}{3}}$  oder 1,55 seyn.

1260. Dieser aufserordentliche Unterschied war in seinem Betrage so unerwartet, dafs er den gröfsten Verdacht auf die Genauigkeit des Versuchs werfen mufste, wiewohl die vollständige Entladung des Apparats I nach der Theilung zeigte, dafs die  $113^{\circ}$  leicht aufgenommen und abgegeben wurden. Einleuchtend war, dafs er, wenn er wirklich existirte, entsprechende Wirkungen in umgekehrter Ordnung erzeugen mufste, dafs, wenn eine Vertheilung durch Schellack in eine durch Luft hin verwandelt würde, die Kraft oder Spannung des Ganzen *wachsen* mufste. Der Apparat I wurde daher zuerst geladen, und seine Kraft getheilt mit Apparat II. Folgendes waren die Resultate:

Apparat I Schellack.	Apparat II Luft.
.....	0°
215° .....	
204 .....	
Ladung getheilt	
.....	118°
118° .....	
.....	0 nach Entlad.
0 .....	dito dito.

1261. Hier muß 204° das Höchste der theilbaren Ladung seyn. Die Apparate I und II gaben 118° als ihre respectiven Kräfte, beide betragen also bedeutend mehr als die Hälfte der ersten Kraft oder als 102°, wogegen sie im vorhergehenden Fall geringer waren. Der Schellack - Apparat I hat nur 86° verloren, und doch hat er an den Luft-Apparat II 118° abgegeben, so daß also der Schellack um vieles die Luft übertrifft. Das Vertheilungsvermögen des Schellack-Apparats I zu dem des Luft-Apparats II ist wie 1,37 zu 1.

1262. Der Unterschied zwischen 1,55 und 1,37, den Ausdrücken für das Vertheilungsvermögen des Schellacks, scheint beträchtlich; allein er ist unter den stattfindenden Umständen wirklich sehr annehmbar, da beide Zahlen in *entgegengesetzten* Richtungen fehlerhaft sind. So fiel in dem letzten Versuch, während der Operationen mit dem Elektrometer und der zur Erlangung jener beiden Resultate erforderlichen Anlegungen der Tragekugel, durch die vereinten Effecte der Entweichung (*Dissipation*) und Absorption, die Ladung von 215° auf 204° (1192. 1250). Fast eine gleiche Zeit verstrich zwischen der Anlegung der Tragekugel, welche das Resultat 204° gab, und der Theilung zwischen den beiden Apparaten. Da der Kraftverlust allmählig abnimmt (1192), so wird, nimmt man ihn nur zu 6° an, die ganze übertragbare Ladung zur Zeit der Theilung auf 198° zurückkommen, statt

statt 204. Diefs verringert den Verlust des Schellacks von  $86^{\circ}$  auf  $80^{\circ}$ , und erhöht das Vertheilungsvermögen desselben von 1,37 auf 1,47, das der Luft dabei gleich eins.

1263. Macht man dieselbe Berichtigung bei dem vorhergehenden Versuche, bei welchem die Luft zuerst geladen wurde, so ist das Resultat entgegengesetzter Art. Dann war keine Schellack-Halbkugel in dem Apparat, und deshalb mußte der Verlust hauptsächlich aus Entweichung (*Dissipation*) und nicht aus Absorption entspringen; er mußte also dem Unterschied der Zahlen  $304^{\circ}$  und  $297^{\circ}$  näher kommen, und, zu  $6^{\circ}$  angenommen, würde sich dann die theilbare Ladung auf  $284^{\circ}$  reduciren. In diesem Fall würde die Luft  $170^{\circ}$  verloren und nur  $113^{\circ}$  dem Schellack mitgetheilt haben, und das relative specifische Vertheilungsvermögen des Letzteren würde 1,50 seyn, was nur wenig abweicht von 1,47, dem Resultat, welches der zweite Versuch, nach derselben Berichtigung, liefert.

1264. Nun wurde der Schellack aus dem Apparat genommen und in den Apparat II gelegt, und der Theilungsversuch wieder angestellt. Ich gebe die Resultate, weil ich glaube, daß die Wichtigkeit des Gegenstandes es rechtfertigt und sogar erfordert.

Apparat I. Luft.	Apparat II Schellack.
Kugeln $200^{\circ}$	
.....	$0^{\circ}$
$286^{\circ}$ .....	
$283$ .....	
Ladung getheilt	
.....	$110^{\circ}$
$109^{\circ}$ .....	
.....	$0^{\circ},25$ nach Entlad.
Spur .....	dito dito.

Hier behielt der Apparat I  $109^{\circ}$  nachdem er  $174^{\circ}$  verloren, als er  $110^{\circ}$  dem Apparat II mittheilte. Das

Vertheilungsvermögen des Luft-Apparats verhält sich also zu dem Lack-Apparat wie 1 : 1,58. Wird die getheilte Ladung nach einem angenommenen Verlust von 3°, als dem Betrage des früheren Verlustes in derselben Zeit, berichtigt, so ergiebt sich das Vermögen des Lack-Apparats nur zu 1,55.

1265. Nun wurde Apparat II geladen und die Ladung getheilt.

Apparat I Luft.	Apparat II Schellack.
0° . . . . .	
. . . . .	256°
. . . . .	251
Ladung getheilt	
146° . . . . .	
. . . . .	149°
Wenig . . . . .	Nach Entlad.
. . . . .	Wenig. Nach Entlad.

Hier erlangte Apparat I eine Ladung von 146°, während Apparat II, bei Mittheilung dieses Kraftbetrages an I, nur 102° verlor. Die Vertheilungsfähigkeiten verhalten sich also wie 1 : 1,43. Berichtigt man die gesammte übertragbare Ladung wegen eines Verlustes von 4° vor der Theilung, so bekommt man 1,49 für die Fähigkeit des Schellack-Apparats.

1266. Die vier Werthe 1,47; 1,50; 1,55 und 1,49 für das Vertheilungsvermögen des Schellack-Apparats, obwohl durch verschiedene Abänderungen des Versuchs erhalten, kommen einander sehr nahe. Das Mittel hieraus kommt 1,50 sehr nahe, welche Zahl demnach für späterhin als der Ausdruck des Resultats gebraucht werden mag. Es ist ein sehr wichtiges Resultat; es ergiebt für das angewandte Stück Schellack eine entschiedene Ueberlegenheit über die Luft in Gestattung oder Veranlassung des Acts der Vertheilung; es erweist die wach-

sende Nothwendigkeit einer näheren und strengeren Untersuchung der ganzen Aufgabe.

1267. Der Schellack war von der besten Beschaffenheit, war sorgfältig ausgelesen und gesäubert worden. Allein da, wenn er leitende Theilchen enthalten hätte, seine Menge oder Dicke merklich verringert worden wäre, oder dieselben Erscheinungen entstanden wären, wie wenn man die vertheilenden Flächen der Leiter in dem Apparat einander näher gebracht hätte, als in dem blofs mit Luft gefüllten, so verfertigte ich eine andere Halbkugel aus Schellack, der zuvor in Weingeist aufgelöst, und, nach Filtration der Lösung, durch Abdampfung wieder daraus abgeschieden worden. Diefs ist keine leichte Operation, denn es hält schwer die letzten Portionen des Alkohol auszutreiben, ohne den Schellack durch die angewandte Hitze zu verletzen, und ehe jener nicht ausgetrieben ist, leitet der Schellack zu gut, als dafs er zu diesen Versuchen angewandt werden könnte. Ich verfertigte auf diese Weise zwei Halbkugeln; eine derselben war untadelhaft, und mit dieser wiederholte ich die früheren Versuche mit aller Vorsicht. Die Resultate waren genau von derselben Art. Folgendes waren die unmittelbar von den Versuchen gegebenen Werthe der Vertheilungsfähigkeit des Schellack-Apparats, es mochte Apparat I oder Apparat II angewandt seyn; 1,46; 1,50; 1,52; 1,51. Der Mittelwerth aus diesen und mehrern andern ist nahe 1,5.

1268. Zuletzt brachte ich noch, in dem Luft-Apparat, die vertheilenden Flächen, an der dem Schellack in seinem Apparat entsprechenden Stelle, näher zusammen, indem ich in die untere Halbkugel des kein Schellack enthaltenden Apparats (1213), ein metallisches Futter legte. Der Abstand der Metallfläche von der Tragekugel war dadurch von 0,62 auf 0,435 Zoll verringert, während in dem andern Apparat der vom Schellack eingenommene

Zwischenraum 0,62 blieb wie zuvor. Trotz dieser Abänderung zeigte der Schellack-Apparat seine frühere Ueberlegenheit, und es mochte er oder der Luft-Apparat zuerst geladen seyn, so verhielt sich doch die Vertheilungsfähigkeit des ersteren zu letzteren wie 1,45 : 1.

1269. Aus allen von mir gemachten Versuchen und deren constanten Resultaten kann ich nicht anders als den Schluß ziehen, daß das *Schellack* ein *specifisches Vertheilungsvermögen* besitzt. Ich habe mich bemüht, die Versuche auf jede Weise zu controliren, und jede Fehlerquelle, wenn auch nicht zu entfernen, doch wenigstens abzuschätzen. Daß das Endresultat nicht von gemeiner Leitung herührt, ergiebt sich aus der Fähigkeit des Apparats, die Ladung zu behalten; daß es nicht entspringt aus dem Leistungsvermögen eingeschlossener Theilchen, die dadurch, als Leiter, einen polarisirten Zustand hätten annehmen können, zeigen die Wirkungen des durch Alkohol gereinigten Schellacks; und daß es nicht herrührt von dem früher (1250) beschriebenen Ladungszustand, einer anfänglichen Absorption und nachherigen Entwicklung von Elektrizität, folgt aus der *instantanen* Ladung und Entladung der in den Phänomenen begriffenen Portionen, indem die Wirkung in diesen Fällen so geschieht, wie in allen anderen der gewöhnlichen Vertheilung durch geladene Conductoren. Das letztere Argument ist besonders schlagend in dem Fall, wo der Luft-Apparat zur Theilung der Ladung mit dem Schellack-Apparat angewandt wird; denn er bekommt seine Portion Elektrizität in einem *Moment*, und doch ist er weit über dem *Mittel* geladen.

1270. Angenommen für jetzt, die gesuchte allgemeine Thatsache sey erwiesen, so ist doch 1,5, obwohl es das Vermögen des die Schellack-Halbkugel enthaltenden Apparats ausdrückt, keineswegs der Ausdruck des Verhältnisses des Schellacks zur Luft. Denn das Schellack nimmt in seinem Apparat nur die Hälfte des Rau-



mes *oo* ein, durch welchen hin die Vertheilung unterhalten wird; der Rest ist mit Luft gefüllt wie in dem anderen Apparat. Wird die Wirkung der beiden oberen Hälften der Kugeln abgezogen, dann ergibt sich das Verhältniß der Schellack-Kräfte in der unteren Hälfte der einen Kugel zu der Luft-Kraft in der Unterhälfte der andern, wie 2 : 1. Und selbst dies muß noch unter der Wahrheit liegen; denn die Vertheilung des oberen Theils des Apparats, d. h. des Drahts und der Kugel *B* (Taf. II Fig. 6) gegen die äußeren Gegenstände muß in beiden (Apparaten) dieselbe seyn, und den Unterschied, der vom Einfluß des inwendigen Schellacks abhängt und wirklich von ihm erzeugt wird, bedeutend verringern.

1271. *Glas.* — Das Glas schließt die Möglichkeit einer Leitung auf seiner Oberfläche ein; aber es erlaubt nicht die Vorstellung von leitenden, nicht zu seiner Masse gehörenden Theilchen in seinem Innern (1267). Ueberdies nimmt es den Ladungszustand (1239) nicht so leicht oder nicht in dem Grade an wie das Schellack.

1272. Eine dünne, halbkugelförmige Schale von Glas wurde erwärmt, mit einem Ueberzuge von in Alkohol gelöstem Schellack bekleidet, dann mehrere Stunden an einem heißen Ort getrocknet, in den Apparat gebracht und zum Versuch verwandt. Sie gab so schwache Wirkungen, daß sie, obwohl eine Ueberlegenheit des Glases über die Luft andeutend, doch als Beobachtungsfehler gelten konnten. Das Glas wurde daher als nicht merklich wirkend angesehen.

1273. Nun verschaffte ich mir eine dicke, halbkugelförmige Schale von Flintglas, die der von Schellack (1239) ähnlich war, doch aber den Raum *oo* nicht so gut ausfüllte. Ihre Dicke betrug im Mittel 0,4 Zoll, so daß zur Ausfüllung des 0,62 Zoll betragenden Zwischenraums zwischen den vertheilenden Metallflächen noch eine Luftdicke von 0,22 Zoll übrig blieb. Sie wurde, nach

Bekleidung mit einer Schellack-Schicht (1272), wie die frühere erwärmt, in den ebenfalls erwärmten Apparat gebracht, und mit ihr wie in den früheren Beispielen (1257 u. s. w.) verfahren. Im Allgemeinen war das Resultat dasselbe wie beim Schellack, d. h. das Glas übertraf die Luft in dem Vermögen, eine Vertheilung durch sich hin zu gestatten. Die beiden besten Resultate, in Bezug auf den Zustand des Apparats zur Festhaltung der Ladung u. s. w., gaben, wenn der Luft-Apparat zuerst geladen wurde, 1,336, und, wenn der Glas-Apparat zuerst die Ladung empfing, 1,45 für das specifische Vertheilungsvermögen des Glases, beides ohne alle Berücksichtigung. Die Mittelzahl aus neun Versuchen, vier mit dem Glas-Apparat zuerst geladen, und fünf mit dem Luft-Apparat zuerst geladen, gab 1,38 für die Kraft des Glas-Apparats; 1,22 und 1,46 waren die kleinsten und größten Zahlen, behaftet mit allen Beobachtungsfehlern. Bei allen Versuchen nahm der Glas-Apparat seine Vertheilungsladung augenblicklich an, und gab sie auch eben so leicht ab. Während der kurzen Zeit eines jeden Versuchs erlangte er den besonderen Zustand nur in so geringem Grade, daß der Einfluß dieses Zustandes und der Leitung auf die Resultate nur klein gewesen seyn konnte.

1274. Zugegeben, daß das specifische Vertheilungsvermögen erwiesen und in diesem Falle thätig gewesen, auch 1,38 der Ausdruck für den Glas Apparat sey, wird das specifische Vertheilungs-Vermögen des Flintglases über 1,76 seyn, nicht zu vergessen dabei, daß dieser Ausdruck für ein Stück Glas von solcher Dicke gilt, daß es den Raum, durch welchen hin die Vertheilung geschieht, zu zwei Dritteln ausfüllt (1273. 1253).

1275. *Schwefel.* — Die früher (1242) erwähnte Halbkugel von Schwefel wurde jetzt im Apparat II angewandt. Die Versuche waren gut angestellt, d. h. der Schwefel selbst war frei von Ladung, sowohl vor als

nach jedem Versuch, und keine Wirkung seitens der Stange war sichtbar (1203. 1232), so daß dieserwegen keine Berichtigung erforderlich war. Folgendes waren die Resultate, wenn der Luft-Apparat zuerst geladen und getheilt wurde:

Apparat I Luft.	Apparat II Schwefel.
Kugel 280°	
0° .....	0°
438 .....	
434 .....	
Ladung getheilt	
.....	162°
164° .....	
.....	160
162 .....	
.....	0 nach Entlad.
0 .....	dito dito.

Hier behielt Apparat I 164°, nachdem er 270° verloren hatte, um Apparat II 162° mitzutheilen. Das Vermögen des Luft-Apparats zu dem des Schwefel-Apparats ist also wie 1 : 1,66.

1276. Nun wurde der Schwefel-Apparat zuerst geladen:

.....	0°
0° .....	
.....	395
.....	388
Ladung getheilt	
237° .....	
.....	238°
0 .....	Nach Entlad.
.....	0 dito dito.

Hier behielt Apparat II 238°, und verlor 150°, indem er Apparat I eine Ladung von 237° mittheilte. Das

Vermögen des Luft-Apparats zu dem des Schwefel-Apparats ist also wie 1 : 1,58. Diese Resultate kommen einander sehr nahe; wir können daher das Mittel 1,62 als Ausdruck für das specifische Vertheilungsvermögen des Schwefel-Apparats betrachten. In diesem Fall wird das specifische Vertheilungsvermögen des Schwefels selbst, verglichen mit dem der Luft  $= 1$  (1270) beinahe oder etwas über 2,24 seyn.

1277. Diefs Resultat mit Schwefel halte ich für eins der untadelhaftesten. Der Schwefel war, im geschmolzenen Zustand, durchsichtig und frei von Schmutztheilchen (1267), so dafs keine Störung durch leitende Theilchen das Resultat unrichtig machen konnte. Im starren Zustand ist der Schwefel ein vortrefflicher Isolator, und er nahm, wie sich zeigte, jenen Zustand (1241. 1242), welcher allein im Stande zu seyn schien, die Schlüsse zu stören, nur mit gröfser Langsamkeit an. Daher bedurften die Versuche durchaus keiner Berichtigung. Trotz aller dieser, für die Ausschließung von Fehlern so günstigen Umstände lieferte doch der Versuch für den Schwefel ein größeres specifisches Vertheilungsvermögen als für irgend einen anderen Körper; und wiewohl diefs zum Theil davon herrühren mag, dafs der Schwefel eine bessere Gestalt besafs, d. h. den Raum *oo* (Taf. II Fig. 6) vollständiger ausfüllte als die Schalen von Glas und Schellack, so halte ich es doch durch diese Versuche für vollkommen erwiesen, dafs zwischen den di-elektrischen Mitteln, rücksichtlich ihres Vermögens, eine Vertheilung durch sich hin zu gestatten, eine Verschiedenheit da ist, eine Verschiedenheit, welche für jetzt durch die Benennung *specifisches Vertheilungsvermögen* ausgedrückt werden mag.

1278. Nachdem so der Punkt in den günstigsten Fällen, die ich voraussehen konnte, festgestellt war, schritt ich zur Untersuchung anderer Körper, starrer, flüssiger

und gasiger. Die Resultate will ich nun in Kürze angeben.

1279. *Wallrath*. — Eine gute Halbkugel von Wallrath wurde, noch während sie in der zinnernen Form war, die zu ihrer Gestaltung benutzt worden, auf ihr Leitungsvermögen untersucht, und dabei, selbst im noch warmen Zustande, merkbar leitend gefunden. Nach Herausnahme aus der Form, in einem der Apparate angewandt, gab sie für den Apparat, der sie enthielt, ein specifisches Vertheilungsvermögen von 1,3 bis 1,6. Allein da das Verfahren nur darin bestand, den Luft-Apparat zu laden, und dann, nach schneller Berührung, mit dem Wallrath-Apparat, zu ermitteln, wie viel in dem ersteren geblieben war (1281), so kann in die Resultate kein großes Zutrauen gesetzt werden. Sie stehen zwar nicht im Widerspruch mit dem allgemeinen Schluss, können aber nicht als Beweisgrund für denselben angeführt werden.

1280. Ich bemühte mich, eine Flüssigkeit zu finden, die gut isolire und für diese Versuche in hinreichender Menge zu erhalten sey. Terpenthinöl, gereinigtes Steinöl, Oel des condensirten Steinkohlengases schienen, nach den gewöhnlichen Erfahrungen, am meisten für die Isolation zu versprechen. Als sie einige Tage auf geschmolzenem kohlensauren Kali, Chlorcalcium und Aetzkalk gestanden hatten, und darauf filtrirt wurden, zeigte sich ihr Isolationsvermögen sehr geschwächt; allein nach der Destillation war ihr Zustand der beste, wiewol sie sich leitend erwiesen, wenn große Metallflächen mit ihnen in Berührung gesetzt wurden.

1281. *Rectificirtes Terpenthinöl*. — Ich füllte den Apparat I in seiner unteren Hälfte mit dieser Flüssigkeit, und da er eine Ladung nicht fest genug hielt, um sie erst messen und dann theilen zu können, so lud ich den Apparat II, welcher bloß Luft enthielt, theilte seine La-

dung mit Apparat I durch eine schnelle Berührung, und  
 maafs den Rückstand in Apparat II. Wenn, theoretisch  
 genommen, ein schneller Contact zwischen den beiden  
 Apparaten eine Theilung zu gleicher Spannung bewirken  
 sollte, doch ohne merklichen Verlust wegen Leitungsver-  
 mögen des Apparats I, und dennoch Apparat II eine La-  
 dung von gröfserer Spannung als die Hälfte der ursprüng-  
 lichen behielt, so mußte diefs anzeigen, dafs das Ter-  
 penthinöl ein geringeres specifisches Vertheilungsvermö-  
 gen als die Luft besafs; oder, wenn er unter dem mitt-  
 leren Spannungszustand geladen blieb, so mußte es an-  
 deuten, dafs die Flüssigkeit ein gröfseres Vertheilungs-  
 vermögen besafs. Bei einem Versuche dieser Art gab  
 Apparat II, für seine Ladung vor der Theilung mit Ap-  
 parat I,  $390^\circ$ , nach derselben  $175^\circ$ , was weniger ist  
 als die Hälfte von  $390^\circ$ . Die Ladung von  $175^\circ$  aber-  
 mals getheilt, gab  $79^\circ$ , was auch weniger als die Hälfte  
 ist. Die Ladung von  $79^\circ$  noch einmal getheilt, fiel sie  
 auf  $36^\circ$ , ebenfalls weniger als die Hälfte von  $79^\circ$ . Das  
 sind die besten Resultate, welche ich erhalten konnte.  
 Sie sind nicht unvereinbar mit der Annahme, dafs das  
 Terpenthinöl ein gröfseres specifisches Vertheilungsver-  
 mögen als die Luft habe; allein sie beweisen es nicht,  
 weil das Verschwinden von mehr als die Hälfte der La-  
 dung blofs von dem Leitungsvermögen der Flüssigkeit her-  
 rühren konnte.

1282. *Steinöl.* — Diese Flüssigkeit gab Resultate  
 von ähnlicher Art und Richtung als das Terpenthinöl.

1283. Jetzt kamen die für das specifische Verthei-  
 lungsvermögen interessantesten Substanzen an die Reihe,  
 nämlich die Gase. Sie sind so eigenthümlich construirt  
 und durch viele so auffallende physikalische und chemi-  
 sche Beziehungen mit einander verknüpft, dafs ich merk-  
 würdige Resultate von ihnen erwartete. Zuerst wurde  
 Luft in verschiedenen Zuständen zu den Versuchen an-  
 gewandt.

1284. *Luft, lockere und dichte.* — Einige Theilungsversuche (1208) schienen zu zeigen, dafs dichte und lockere Luft in der beschriebenen Eigenschaft sich gleich verhalten. Ein einfaches und besseres Verfahren bestand darin, einen der Apparate mit einer Luftpumpe zu verbinden, ihn zu laden und dann, wenn mehr oder weniger verdünnte Luft darin war, die Spannung der Ladung zu untersuchen. Auf solche Weise ergab sich, dafs, angefangen mit einer gewissen Ladung, diese Ladung ihre Spannung oder Kraft beim Verdünnen der Luft nicht änderte, so lange die Verdünnung nicht den Grad erreicht hatte, dafs eine *Entladung* durch den Raum *oo* (Fig. 6 Taf. II) stattfand. Diese Entladung war der Verdünnung proportional. Allein, nachdem sie stattgefunden und die Spannung bis auf einen gewissen Grad vermindert worden, wurde dieser Grad durch Wiederherstellung des Drucks und der Dichte der Luft auf die frühere Gröfse durchaus nicht verändert. So war

beim Druck von 30" Quecksilber die Ladung 88°

Abermals 30 - - - 88

Abermals 30 - - - 87

Verringert auf 14 - - - 87

Erhöht auf 30 - - - 86

Vermindert auf 3,4 - - - 81

Erhöht auf 30 - - - 81.

1285. Die Ladungen bei diesen Versuchen waren schwach, erstens damit sie bei geringem Druck nicht überspringen möchten, und zweitens damit der Verlust durch Entweichen (*dissipation*) klein wäre. Ich machte sie nun noch schwächer, damit ich weiter verdünnen könnte, und zu dem Ende wandte ich zu den folgenden Versuchen nur ein Mefs-Intervall von 15° in dem Elektrometer an (1185). Nachdem der Luftdruck in dem Apparat auf 1,9 Zoll Quecksilber vermindert worden, zeigte sich die Ladung = 29°; als darauf die Luft bis

zu einem Druck von 30 Zoll hineingelassen wurde, war die Ladung ebenfalls 29°.

1286. Bei Wiederholung dieser Versuche mit reinem Sauerstoffgas ergaben sich dieselben Resultate.

1287. Diese *Unveränderlichkeit* der elektrischen Spannung bei Veränderungen in der Dichte und dem Druck der Luft stimmt vollkommen mit den von Hrn. Harris erhaltenen, und in seiner schönen und wichtigen Abhandlung beschriebenen Resultaten <sup>1)</sup>, nämlich, daß die Vertheilung in dichter und lockerer Luft gleich ist, eben so wie die Divergenz des Elektrometers, sobald nur keine Elektrizität aus demselben entweicht. Dieses Resultat ist ganz unabhängig von der Erscheinung, daß Leiter in dichter Luft eine stärkere Ladung annehmen als in lockerer, eine Erscheinung, auf welche ich späterhin zurückkommen werde.

1288. Ich verglich darauf *heiße* und *kalte* Luft mit einander, indem ich den einen Vertheilungsapparat so stark erwärmte als es ohne Schaden für ihn geschehen konnte, und dann die Ladung mit dem anderen, kalte Luft enthaltenden Apparat theilte. Die Temperaturen waren ungefähr 50° und 100°. Dennoch schien das Vertheilungsvermögen ungeändert. Auch wenn ich den Apparat dahin abänderte, daß ich einen Apparat kalt lud und dann durch eine Weingeistlampe erwärmte, konnte ich keine Veränderung in dem Vertheilungsvermögen bemerken.

1289. Auch beim Vergleiche von *feuchter* und *trockner* Luft konnte ich keinen Unterschied in den Resultaten finden.

1290. *Gase*. — Zur Vergleichung *verschiedener Gase* mit einander wurde nun eine sehr lange Reihe von Versuchen unternommen. Alle ergaben sich als gut isolirend, mit Ausnahme derer, die auf das Schellack der Stange wirkten, wie Chlor, Chlорwasserstoff und Am-

1) *Phil. Trans.* 1834, p. 220, 224, 237, 244.



moniak. Sie alle wurden, vor der Einführung in den Apparat, durch die geeigneten Mittel wohl getrocknet. Es würde hinreichend gewesen seyn, sie alle mit Luft zu vergleichen; allein wegen des auffallenden Resultats, welches sich dabei ergab, nämlich dafs alle ein *gleiches Vertheilungsvermögen* besitzen (was man vielleicht erwarten konnte, nachdem gefunden worden, dafs Veränderungen in der Dichte oder dem Druck ohne Einfluß sind), wurde ich veranlaßt, sie paarweise mit einander auf verschiedene Weise zu vergleichen, damit keine Verschiedenheit mir entgehe, und die Gleichheit des Resultats bei der Verschiedenheit in den Eigenschaften, der Beschaffenheit und Zusammensetzung der Gase desto mehr hervortrete.

Die Versuche wurden mit folgenden Gaspaaren angestellt:

- |                              |                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Sauerstoff und Stickstoff | 14. Wasserstoff und Ammoniak        |
| 2. dito und Luft             | 15. dito und Arsenwasserstoff       |
| 3. dito und Wasserstoff      | 16. dito und Schwefelwasserstoff    |
| 4. dito und Kohlensäure      | 17. Stickstoff und ölbildend. Gas   |
| 5. dito und ölbildendes Gas  | 18. dito und Salpetergas            |
| 6. dito und Salpetergas      | 19. dito und Stickstoffoxydul       |
| 7. dito und schweflige Säure | 20. dito und Ammoniak               |
| 8. dito und Ammoniak         | 21. Kohlenoxyd und Kohlensäure      |
| 9. Wasserstoff und Luft      | 22. dito und ölbildendes Gas        |
| 10. dito und Kohlensäure     | 23. Stickstoffoxydul u. Salpetergas |
| 11. dito und ölbildendes Gas | 24. Ammoniak u. schwefl. Säure      |
| 12. dito und schwefl. Säure  | 25. Chlorwasserstoff und Luft.      |
| 13. dito und Fluorkieselgas  |                                     |

1292. Ungeachtet der schneidensten Contraste aller Art, welche diese Gase in ihrer Natur, als einfach oder zusammengesetzt, als Anionen oder Kathionen (665), in den Eigenschaften, der Dichte, dem Druck (1284. 1286) oder der Temperatur (1238) darbieten, zeigten sie nicht den geringsten Unterschied in dem Vermögen, eine elektrische Vertheilung durch sich hin zu gestatten oder begünstigen. Diefs erscheint um so wichtiger, wenn man

es als erwiesen ansieht, dafs in allen Gasen die Vertheilung durch eine Wirkung angränzender Theilchen geschieht. Die auffallenden Eigenschaften der Gase sind dadurch um eine neue vermehrt. Eine andere wichtige elektrische Eigenschaft der Gase, welche im nächsten Aufsatz untersucht werden soll, ist die: dafs in ihnen allen, bei *gleichem Druck* die Leiter *denselben oder verschiedene Grade von Ladung* behalten. Diese beiden Resultate scheinen für die elektro-chemische Erregung und Zersetzung wichtig zu seyn; denn da *alle* diese Erscheinungen, so verschieden sie auch zu seyn scheinen, von den elektrischen Kräften der Körpertheilchen abhängen müssen, so wird der wahre Abstand, in welchem sie von einander zu stehen scheinen, gehörig betrachtet, viel beitragen, das Princip, welches sie im gemeinschaftlichen Verband hält, zu erläutern, und sie, wie es geschehen mufs, Einem gemeinschaftlichen Gesetz zu unterwerfen.

1293. Es wäre möglich, dafs die Gase in ihrem specifischen Vertheilungsvermögen von einander abwichen, allein um Gröfsen zu klein, um sie noch in den angewandten Apparaten erkennen zu können. Es ist jedoch zu erinnern, dafs die Gase bei den Versuchen sämmtlich den Raum *oo* (Fig. 6 Taf. II) zwischen der inneren und äufseren Kugel, bis auf den von der Stange eingenommenen Theil, ganz ausfüllten, und dafs daher die Resultate noch einmal so genau sind als die von den starren di-elektrischen Körpern.

1294. Bei allen angeführten Versuchen war die Isolation gut, ausgenommen bei No. 8, 14, 20 und 24, bei welchen Ammoniakgas mit den übrigen Gasen verglichen wurde. Wenn Schellack in Ammoniakgas gebracht wird, so wird es auf der Oberfläche allmählig leitend, und auf diese Weise wurde der Schellack-Theil der inwendigen Stange so verändert, dafs der Schellack-Apparat keine Ladung fest genug hielt, um eine Theilung zu erlauben. Bei diesen Versuchen lud ich daher

den anderen Apparat, maafs die Ladung, und theilte sie mit dem Schellack-Apparat durch einen schnellen Contact. Der Rückstand nach der Theilung wurde wieder gemessen (1281); er war so nahe die Hälfte der ursprünglichen Ladung, dafs man mit Recht beim Ammoniakgas ein gleiches Vertheilungsvermögen wie bei den übrigen Gasen annehmen konnte.

1295. Sonach scheint die *Vertheilung* wesentlich eine Wirkung angränzender Theilchen zu seyn, durch deren Vermittlung die an einer Stelle entsprungene oder erschienene elektrische Kraft fortgepflanzt oder unterhalten wird bis zu einer gewissen Entfernung, wo sie als eine Kraft derselben Art von genau gleichem Betrage, aber entgegengesetzter Richtung und entgegengesetzten Tendenzen erscheint (1164). Die Vertheilung erfordert keine merkliche Dicke bei den Leitern, welche zur Begränzung ihrer Erstreckung angewandt werden. Ein unisolirtes Goldblatt kann an der einen Oberfläche sehr stark positiv gemacht werden, und an der andern eben so stark negativ <sup>1)</sup>, ohne dafs, bei fortgesetzter Vertheilung, die beiden Zustände im geringsten gestört werden. Auch wird sie nicht durch die Natur der begränzenden Leiter abgeändert, sobald nur diesen, falls sie langsam leiten, Zeit gelassen wird, den Endzustand anzunehmen (1170).

1296. Was aber die *di-elektrischen* oder isolirenden Mittel betrifft, so verhalten sich die Sachen ganz anders (1167). Ihre Dicke hat einen unmittelbaren und wichtigen Einflufs auf den Grad der Vertheilung. Und was ihre Beschaffenheit betrifft, so finden sich, obwohl

1) Der Satz ist wohl so zu verstehen, dafs ein Goldblatt an der einen Seite eines isolirenden Mittels eben so stark positiv seyn kann, als ein zweites Goldblatt negativ an der andern Seite oder Oberfläche jenes Isolators. P.

alle Gase und Dämpfe in jeglichem Zustand gleich wirken, unter den starren Körpern, und zwischen diesen und den Gasen Unterschiede, und in einigen Fällen sehr grofse, welche das Daseyn eines *specifischen Vertheilungsvermögens* beweisen.

1297. Die directe Vertheilungskraft, welche, so läfst sich annehmen, in Linien zwischen zwei geladenen und leitenden Begränzungsflächen ausgeübt wird, ist begleitet von einer lateralen oder transversalen Kraft, die einer Dilatation oder Repulsion der repräsentativen Linien (1224) aequivalent ist; oder die Anziehungskraft, welche unter den Theilchen des Isolators (*dielectrics*) in Richtung der Vertheilung vorhanden ist, wird begleitet von einer Repulsions- oder Divergenzkraft in der Querrichtung (1304).

1298. Die Vertheilung besteht, wie es scheint, aus einem gewissen Polarisationszustand der Theilchen, in welchen sie durch den die Wirkung unterhaltenden elektrisirten Körper versetzt werden, und wobei die Theilchen positive und negative Punkte oder Stellen annehmen (*the particles assuming positive and negative points or parts*), die in Bezug auf einander und die vertheilenden Oberflächen oder Theilchen symmetrisch angeordnet sind <sup>1)</sup>. Dieser Zustand mufs ein gezwungener seyn; denn er wird nur durch eine Kraft hervorgerufen und unterhalten, und sinkt in den Normal- oder Ruhezustand zurück, sobald die Kraft entfernt wird. Er kann in Isolatoren nur durch dieselbe Portion Elektrizität *unterhalten* (*continued*) werden, weil sie nur diesen Zustand der Theilchen behalten (*retain*) können (1304).

1299.

1) Die von mir aufgestellte Theorie der Vertheilung behauptet nicht zu entscheiden, ob die Elektrizität eine oder mehrere Flüssigkeiten sey, oder blofs eine Kraft oder ein Zustand von bekannter Substanz. Das ist eine Aufgabe, welche ich vielleicht in der nächsten oder folgenden Reihe dieser Untersuchung betrachten werde.

1299. Das Princip der Vertheilung ist von höchster Allgemeinheit bei der Elektricitäts-Wirkung. Es constituirt die Ladung in jedem gewöhnlichen Fall, und wahrscheinlich in jedem Fall. Es scheint die Ursache aller Elektricitäts-Erregung zu seyn, und jedem Strom voranzugehen. Der Grad, bis zu welchem die Theilchen afficirt sind in diesem ihrem gezwungenen Zustand, ehe eine Entladung der einen oder anderen Art eintritt, scheint das, was wir *Intensität* nennen, auszumachen.

1300. Wenn eine Leidner Flasche *geladen* wird, so werden die Glastheilchen durch die Elektricität des ladenden Apparats in diesen Polarisations- und Zwangszustand versetzt. *Entladung* ist die Rückkehr der Theilchen aus ihrem Spannungszustand, allemal wenn den beiden elektrischen Kräften erlaubt ist, sich in einer andern Richtung zu ordnen.

1301. Jede Ladung eines Leiters ist eine oberflächliche, weil sie wesentlich vertheilender Art ist; *it is there only that the medium capable of sustaining the inductive state begins*. Ist der Leiter hohl, und enthält er Luft oder ein anderes di-elektrisches Mittel, so kann keine *Ladung* auf der inneren Oberfläche erscheinen, weil das di-elektrische Mittel dort den Polarisationszustand nicht durch und durch annehmen kann, wegen der Gegenwirkungen (*opposing actions*) in verschiedenen Richtungen.

1302. Der bekannte Einfluss der *Gestalt* stimmt vollkommen überein mit der aufgestellten Copuscular-Ansicht von der Vertheilung. Ein elektrisirter Cylinder wird, durch den Einfluss umgebender Leiter (welche die Bedingung zur Ladung vervollständigen) stärker an den Enden als in der Mitte ergriffen, weil die Enden einer größeren Summe von Vertheilungskräften ausgesetzt sind, als die Mitte. Und eine Spitze erlangt eine höhere Spannung (*condition*) als eine Kugel, weil, durch Relation zu den umgebenden Leitern, mehr Vertheilungskraft auf

seiner Oberfläche endigt (*terminates*), als auf einer gleich-großen Fläche der mit ihr verglichenen Kugel. Hier überdies kann man besonders den Einfluß der Lateral- oder Transversal-Kraft (1297) wahrnehmen, welche, als eine Kraft von repulsiver Art (*a power of the nature of or equivalent to repulsion*), eine solche Anordnung der Linien der Vertheilungskraft im Laufe derselben durch die di-elektrische Substanz veranlaßt, daß sie sich auf der Spitze, dem Ende des Cylinders oder irgend einem vorragenden Theil, anhäufen.

1303. Der Einfluß der *Entfernung* stimmt auch mit derselben Ansicht. Es ist vielleicht keine Entfernung so groß, daß nicht eine Vertheilung durch sie hin geschehen könnte<sup>1)</sup>; allein bei derselben Zwangskraft (*constraining force*) findet sie um so leichter statt, als die Erstreckung des di-elektrischen Mittels, durch welches hin sie ausgeübt wird, geringer ist. Und da die Theorie annimmt, daß die Theilchen des di-elektrischen Mittels, obwohl sie in einem normalen Zustand zu bleiben streben, während der Vertheilung in einen Zwangszustand (*forced condition*) versetzt werden, so scheint zu folgen, daß, je weniger von diesen intermediären, sich der Annahme des neuen Zustandes widersetzenden Theilchen da sind, desto größer die Veränderung seyn werde, welche sie erleiden, d. h. desto höher die Spannung (*condition*), welche sie annehmen, desto beträchtlicher die vertheilende Wirkung, welche durch sie hin ausgeübt wird.

#### 1304. Die Benennungen *Linien der Vertheilungs-*

- 1) Ich habe sie experimentell verfolgt von einer Kugel, die sich in der Mitte des früher (1173) beschriebenen großen Würfels befand, bis zu den Seiten dieses Würfels in sechs Fuß Entfernung, und von derselben Kugel, als sie in der Mitte unseres großen Hörsaals aufgestellt war, bis zu den Wänden dieses Saals in 26 Fuß Entfernung; die Ladung der Kugel geschah nur mittelst Vertheilung durch diese Entfernungen.

*Kraft* und *krumme Kraftlinien* (1231. 1297. 1298. 1302) habe ich nur im allgemeinen Sinn gebraucht, gerade wie wir von *Linien der magnetischen Kraft* sprechen. Die Linien sind imaginär, und die Kraft in irgend einem Theile derselben ist demnach die Resultante von Componenten, indem jedes Molecül verknüpft ist mit jedem andern Molecül in *allen* Richtungen durch die Spannung und Reaction derjenigen, welche angränzen. Die Transversalkraft ist bloß diese Relation, betrachtet in einer schiefen Richtung gegen die Linien der Vertheilungskraft, und für jetzt meine ich nichts mehr als dies mit der Benennung. Was den Ausdruck *Polarität* betrifft, so meine ich damit für jetzt auch nur eine Disposition von Kraft (*force*) durch welche dasselbe Molecül entgegengesetzte Kräfte (*powers*) an verschiedenen Stellen erlangt. Die besondere Weise, in welchen diese Disposition geschieht, wird später in Betracht kommen, und wahrscheinlich variirt sie in verschiedenen Körpern, und bewirkt so eine Mannichfaltigkeit von elektrischer Relation. Vor Allem wünsche ich nicht, daß den von mir gebrauchten Ausdrücken eine speciellere Meinung beigelegt werde, als ich beabsichtige. Fernere Untersuchungen, glaube ich, werden uns allmählig in den Stand setzen, den Sinn derselben mehr und mehr zu beschränken, und so die Erklärung der elektrischen Erscheinungen von Tag zu Tag bestimmter zu machen.

1305. Um meine Ansichten auf die Probe zu stellen, habe ich sie, während meiner ganzen Experimental-Untersuchung verglichen mit den Schlüssen, welche Poisson aus seinen schönen mathematischen Untersuchungen gezogen hat <sup>1)</sup>. Ich bin ganz außer Stande ein Urtheil über diese bewundernswürdigen Aufsätze zu fällen; allein so weit ich sie verstehen kann, sind die von mir aufgestellte Theorie und die von mir erhaltenen Resultate nicht im Widerspruch mit denjenigen dieser Schlüsse,

1) *Mémoires de l'Institut*, 1811, T. XII p. 1 et p. 163.

welche die endliche Disposition und den endlichen Zustand der Kräfte in der kleinen von ihm betrachteten Zahl von Fällen vorstellen. Seine Theorie setzt eine ganz andere Wirkungsweise als die von mir aufgestellte voraus, und wahrscheinlich würde sie ihre mathematische Begründung finden, wenn man sich bemühen wollte, sie auf Vertheilungen in Curven anzuwenden. Meiner Ansicht nach ist sie unzureichend in der Erklärungsweise von dem Zurückhalten der Elektrizität auf der Oberfläche der Leiter durch den Druck der Luft, eine Erscheinung, welche, wie ich zu zeigen hoffe, einfach und mit der gegenwärtigen Ansicht verträglich ist. Sie berührt auch weder die Volta'sche Elektrizität, noch bringt sie diese und die sogenannte gemeine Elektrizität unter ein gemeinsames Princip.

Ich habe auch mit einiger Aengstlichkeit die Resultate durchgesehen, welche der unermüdliche Hr. Harris bei seiner Untersuchung der Vertheilungsgesetze erhalten hat <sup>1)</sup>, da ich wußte, daß sie experimentell waren, und die volle Ueberzeugung von ihrer Richtigkeit hatte. Allein ich bin so glücklich für jetzt keine Collision zwischen ihnen und den von mir aufgestellten Ansichten wahrzunehmen.

1306. Endlich erlaube ich mir zu sagen, daß ich meine eigenthümliche Ansicht mit Zweifel und Besorgniß, ob sie die Probe einer allgemeinen Untersuchung ertragen würde, aufgestellt habe; denn sobald sie nicht richtig wäre, würde sie die Fortschritte der Elektrizitätslehre nur aufhalten. Ich habe sie lange mit mir herumgetragen, aber ich stand an sie zu veröffentlichen, bis die wachsende Ueberzeugung von ihrer Uebereinstimmung mit allen bekannten Thatsachen, und die Weise, wie sie Effecte von anscheinend sehr verschiedener Art mit einander verknüpft, mich antrieb, diese Abhandlung zu schreiben. Bis jetzt sehe ich keine Unverträglichkeit zwi-

1) *Phil. Transact.* 1834, p. 213.



schen ihr und der Natur, glaube vielmehr, daß sie neues Licht auf die Operationen der letzteren werfen werde.

#### Nachtrag.

1307. Kürzlich habe ich die Frage über das *specifische Vertheilungsvermögen*, in der allgemeinen Form, wie sie in §. 1252 hingestellt wurde, dem Versuch unterworfen, und ein Resultat erhalten, das man mir erlauben wird, in diesem Nachtrage mitzutheilen. Drei runde Messingscheiben von etwa fünf Zoll im Durchmesser wurden neben einander auf isolirenden Ständern angebracht. Die mittlere *A* hatte einen festen Stand, die beiden äußeren (d. h. deren Ständer. *P.*) aber waren in Fugen verschiebbar, so daß man alle drei fast mit ihren Seiten in Berührung bringen oder bis zu jedem erforderlichen Abstand trennen konnte. Zwei Goldblättchen wurden in einer Glasflasche an isolirten Drähten aufgehangen. *B*, die eine der äußeren Platten, war mit dem einen Goldblatt, die andere *C* mit dem zweiten Blatt verbunden. Die äußeren Platten *B* und *C* waren fünf Viertelzoll von der mittleren Platte *A* entfernt, und die Goldblättchen in zwei Zoll Abstand aufgestellt. Nun gab ich *A* eine schwache Ladung, und zu gleicher Zeit berührte ich *B* und *C* mit ihren Goldblättchen ableitend, sie dann isolirt lassend. Solchergestalt war *A* auf dem Wege der Vertheilung (*inductrically*) positiv, und *B* und *C* in Folge der Vertheilung (*inducteously*) negativ geladen; und da dieselbe di-elektrische Luft in den beiden Zwischenräumen befindlich war, so hingen die Goldblättchen natürlich einander parallel, in einem relativ unelektrisirtem Zustand.

1308. Nun wurde eine Schellackplatte von drei Viertelzoll Dicke und vier Quadratzoll Gröfse, an einem sauberen Faden weißer Seide hängend, nachdem sie sorgfältig von jeder Ladung befreit worden (1203), so

dafs sie, wenn  $A$  ungeladen war, auf die Goldblättchen keine Wirkung ausübte, zwischen die Platten  $A$  und  $B$  gebracht. Sogleich wurde das elektrische Verhalten der drei Platten gestört, und eine Anziehung zwischen den Goldblättchen hervorgerufen. Bei Fortnahme des Schellacks verschwand diese Anziehung. Bei seiner Einschaltung zwischen  $A$  und  $C$  war sie wieder da; bei abermaliger Fortnahme desselben verschwand sie wiederum. Der Schellack, mit einem empfindlichen Coulomb'schen Elektrometer untersucht, zeigte sich auch jetzt noch ohne Ladung.

1309. Da  $A$  positiv war, so waren  $B$  und  $C$  natürlich negativ; allein da das specifische Vertheilungsvermögen des Schellacks ungefähr das doppelte des der Luft ist (1270), so wurde erwartet, dafs, bei Einstellung des Lacks zwischen  $A$  und  $B$ ,  $A$  stärker gegen  $B$  als gegen  $C$  vertheilend wirken werde, dafs demnach  $B$  negativer als zuvor gegen  $A$  seyn werde, und folglich, wegen seiner Isolation, positiv nach ausen, wie an seiner Rückseite oder an den Goldblättchen, während  $C$  weniger negativ gegen  $A$  und deshalb nach ausen oder an den Goldblättchen positiv seyn werde. Diefs war auch wirklich der Fall. Denn an welcher Seite von  $A$  das Schellack auch eingeschoben seyn mochte, so war doch an dieser Seite die äufsere Platte positiv, und die äufsere Platte an der andern Seite negativ, gegen die andere und gegen unisolierte äufsere Körper.

1310. Bei Anwendung einer Platte von Schwefel, statt der Schellackplatte, wurden dieselben Resultate erhalten, übereinstimmend mit den Schlüssen, die sich aus dem hohen specifischen Vertheilungsvermögen dieses Körpers (1276) ergaben.

1311. Diese Wirkungen des specifischen Vertheilungsvermögens können auf verschiedene Weise erhöht werden, und diese Fähigkeit macht den Apparat sehr werthvoll. So schob ich den Schellack zwischen  $A$  und

*B*, verband dann *B* und *C* für einen Augenblick, berührte sie ableitend, und isolirte sie darauf. Die Goldblättchen hingen demnach einander parallel. Bei Fortnahme des Schellacks zogen die Goldblättchen einander an. Bei Einschaltung des Schellacks zwischen *A* und *C* wuchs diese Anziehung (wie aus der Theorie vorhergesehen worden), und die Blätter kamen zusammen, obwohl sie nicht weniger als vier Zoll lang waren und drei Zoll auseinander hingen.

1312. Durch bloßes näher Aneinanderrücken der Goldblättchen vermochte ich den Unterschied des specifischen Vertheilungsvermögens schon bei Anwendung einer dünnen Schellackplatte, wenn der Rest des di-elektrischen Raumes mit Luft erfüllt blieb, nachzuweisen. Durch weiteres Anrücken von *B* und *C* gegen *A* wurde ein neuer Grad von Empfindlichkeit erlangt. Durch Vergrößerung der Platten, so wie durch Verkürzung der mit den Goldblättchen verknüpften Drähte u. s. w., entstand wieder eine höhere Wirkung, so daß die Goldblättchen auf diese Weise eben so empfindliche Anzeiger von *specifischer Vertheilungswirkung* wurden, als sie es in Bennet's und Singer's Elektrometern von der gewöhnlichen elektrischen Ladung sind.

1313. Klar ist, daß, wenn man die drei Platten, mit gehöriger Vorsicht in Bezug auf Isolation u. s. w., als Seiten von Zellen gebraucht, dieser Apparat mit größerem Erfolg als der frühere (1187, 1230) zur Untersuchung von Gasen gebraucht werden kann, und vielleicht Unterschiede angiebt, die mir entgangen sind (1292, 1293).

1314. Es ist auch einleuchtend, daß zwei Metallplatten ganz hinreichend zur Bildung des Instruments sind. Nach Auswechslung des di-elektrischen Mittels, wird der Zustand der einfachen Vertheilungs-Platte (*inductive plate*) untersucht, entweder indem man ihren Goldblättchen einen in bekannter Weise elektrisirten Körper nä-

hert, oder, was mir besser scheint, indem man die Tragkugel statt des Goldblatts anwendet, und diese durch Coulomb's Elektrometer untersucht (1180). Die beiden Vertheilungsflächen (*the inductive and inductive surfaces*) können auch kürzer seyn, die eine könnte selbst die Tragkugel der Coulomb'schen Elektrometer seyn (1181. 1229).

1315. Zur Erhöhung der Wirkung kann mit grossem Vortheil ein kleiner Condensator angewandt werden. Wenn z. B. beim Gebrauche zweier Seitenplatten (*inductive plates*) ein kleiner Condensator statt der Goldblättchen genommen wird, so zweifle ich nicht, daß die drei Hauptplatten (*principal plates*) auf einen und selbst einen halben Zoll im Durchmesser verkleinert werden können. Selbst die Goldblättchen wirken eine Zeit lang als Condensatorplatten auf einander. Beim Gebrauche von nur zwei Platten könnte durch eine zweckmäßige Anbringung des Condensators dieselbe Verkleinerung bewirkt werden. Diese Erwartung wird durch einen schon beobachteten und beschriebenen Effect (1229) vollkommen gerechtfertigt.

1316. In diesem Fall ist die Anwendbarkeit des Instruments zu sehr ausgedehnten Untersuchungen einleuchtend. Es können verhältnißmäßig kleine Massen di-elektrischer Stoffe, z. B. Diamanten und Krystalle, angewandt werden. Die Vermuthung, daß das specifische Vertheilungsvermögen der Krystalle nach den Richtungen verschieden ist, je nachdem die Linien der Vertheilungskraft (1304) mit den Krystallaxen parallel sind oder anders gegen dieselben liegen, kann auf die Probe gestellt werden. Ich habe mir vorgesetzt, diese und andere Gedanken über das specifische Vertheilungsvermögen und die Polarität der Theilchen di-elektrischer Mittel, sobald als es meine Muse erlaubt, auf die Probe zu stellen.

1317. In der Hoffnung, daß dies Instrument von

beträchtlichem Nutzen seyn werde (*that this apparatus will form an instrument of considerable use*), schlage ich, auf Anrathen eines Freundes, für dasselbe den Namen »*Differential-Inductometer*« vor.

---

### III. Ueber die Wirkung elektrischer Entladungen auf die sie vermittelnden Metalle und Flüssigkeiten; von F. C. Henrici,

auf Harste bei Göttingen.

---

Zahlreiche Versuche über die Wirkung elektrischer Entladungen auf die sie vermittelnden Metalle und Flüssigkeiten, mit denen ich seit einiger Zeit beschäftigt gewesen bin, haben mir die Ergebnisse geliefert, deren Mittheilung der Zweck dieses Aufsatzes ist. Um bei diesen Versuchen einigermaßen vergleichbare Resultate zu erhalten, war es nothwendig, den vorgenommenen Entladungen nur eine momentane Dauer zu gestatten, und diesem gemäß ist der angewandte Apparat eingerichtet.

Derselbe besteht wesentlich aus einer elektrischen Flasche *A*, Taf. IV Fig. 8, von zwei Quadratzufs äußerer Belegung, von deren beiden Belegungen gut isolirte Kupferdrahtleitungen nach einem benachbarten Tische führen. Das Ende *a* des mit der äußeren, negativ geladenen, Belegung verbundenen Drahtes reicht in ein auf dem Tische stehendes Schälchen mit Quecksilber hinab, wogegen das rechtwinklich umgebogene Ende *b* des mit der inneren, positiv geladenen, Belegung verbundenen Drahtes in 10 Millimeter Höhe über dem Tische von einer gläsernen Stütze *n* getragen wird.

Eine, mit einem am unteren Ende eingeschmolzten Platindraht versehene, 12 Millimeter weite Glasröhre (Taf. IV Fig. 9) im Durchschnitt, ist dazu bestimmt, die

zu untersuchende Flüssigkeit aufzunehmen, und trägt, zur Vervollständigung der Leitung, an ihrem oberen offenen Ende einen lose aufzusetzenden Pfropfen von gefirnissetem Holz, welcher oben, zur Aufnahme von Quecksilber, ausgehöhlt, und durch dessen Mitte ein zweiter Platindraht hindurchgeführt worden ist <sup>1</sup>).

Dieses Glasgefäß wird in die mit Quecksilber versehene Vertiefung *o* (Fig. 8 und 9) eines wiederholt stark gefirnisseten Brettes *B* eingesetzt, auf welchem einerseits der Draht *c*, der, aufwärts gebogen, den oberen Platindraht der Glasröhre mit dem Quecksilberbehälter *d* verbindet, und andererseits der Draht *e* befestigt ist, welcher den unteren Platindraht der Glasröhre mit dem von der inneren Belegung der Flasche herkommenden Draht *b* im Augenblick der Entladung verbindet. Das Ende *k* dieses Drahtes *e* wird vor dem Laden der Flasche über dem Drahtende *b* hinreichend erhoben, und in dieser Lage durch einen am Rande des Tisches angebrachten beweglichen Arm festgehalten. Auch der Verbindungsdraht *h* muß vor dem Laden der Flasche aus dem Quecksilberschälchen, in welches *a* hinabreicht, herausgehoben werden, weil die beim Laden auf der äußeren Belegung der Flasche frei werdende Elektrizität sonst den Multiplicatordraht durchströmen würde.

Nach geschehener Ladung wird sodann zuerst der Draht *h* in die gehörige Verbindung gebracht, und darauf der den Draht *e* tragende Arm zurückgezogen, so daß dessen Ende *k* in seinem Niederfallen in dem Augenblick, wo es sich *b* gegenüber befindet, die Entladung der Flasche bewirkt, welche, der Einrichtung des Apparats zufolge, auch durch die Flüssigkeit in der Glasröhre hindurchzugehen gezwungen ist. Nun ist das Drahtende *k* nach unten umgebogen (Taf. IV Fig. 12), und

1) Dessen unteres Ende von dem oberen Ende des eingeschmelzten Platindrahtes in allen Versuchen um 60 Millim. abstand.

fällt nach bewirkter Entladung der Flasche in das Quecksilbergefäß *f* (Taf. IV Fig. 8) hinab, in welches auch das eine Drahtende eines empfindlichen Multiplicators *g* taucht, dessen anderes Drahtende in das Quecksilberschälchen *d* geführt worden ist.

Es wird also unmittelbar nach der Entladung der Flasche ein geschlossener Bogen aus dem Multiplicator-draht, der Flüssigkeit und den diese beiden Theile verbindenden Drähten gebildet; jede darin etwa vorhandene elektrische Differenz muß sich daher, wenn sie Energie genug besitzt, durch eine entsprechende Bewegung der Doppelnadel des Multiplicators zu erkennen geben.

Meine Versuche haben nun ergeben, daß in dem System dieses Schließungsbogens nach jeder Entladung der Flasche eine sehr merkliche elektro-magnetische Wirksamkeit vorhanden ist. Die Ladungen der Flasche wurden bei allen Versuchen von einer gleichen (durch eine mit ihrer äußeren Belegung verbundene Selbstentladungsflasche gemessenen) Stärke gemacht, und die verschiedenen Lösungen in einem concentrirten Zustande angewandt; auch wurden mit jeder Flüssigkeit drei und mehr Versuche angestellt, deren Resultate in der Regel innerhalb eines Grades mit einander übereinstimmten. Die bei den verschiedenen Flüssigkeiten beobachteten Ablenkungen der Multiplicatornadel sind folgende:

Lösung von schwefelsaur.	Kupferoxyd	18°
- - -	Eisenoxydul	14
- - -	Eisenoxyd	7
- - -	Zinkoxyd	20
- - -	Bittererde	15
- - -	Kali-Thonerde	12
- - -	Natron	17
- - - salpetersaur.	Kali	18
- - -	Baryt	14
- - -	Strontian	14

Lösung von weinsaurem Kali	11°
- - kohlensaurem Natron	12
- - phosphorsaurem Natron	16
- - hydrojodsaurem Kali	23
- - oxalsaurem Kali	15
- - chlorsaurem Kali	16
- - chromsaurem Kali	8
- - ätzendem Kali	13
- - Kalk	11
- - essigsaurem Bleioxyd	17
- - Chlorbarium	15
- - Chlornatrium (Kochsalz)	20
- - Chlorammonium (Salmiak)	18
- - Chlorstrontium	17
- - Platinchlorid	14
- - Zinnchlorür	10
- - Cyaneisenkalium	19
- - weißem Zucker	10
- - Weinsäure	19
- - Oxalsäure	11
Essigsäure	11
Concentrirte Salzsäure	22
Diluirte Salzsäure	15
Concentrirte Salpetersäure	11
Diluirte Salpetersäure	11
Concentrirte Schwefelsäure	20
Schneewasser	2
Alkohol	1
Schneewasser mit 1 Tröpfchen Schwefelsäure	13
- - 2 - -	15
- - 1 - Kochsalz	13
- - 2 - -	15

Alle diese Ablenkungen geschahen in demselben Sinne, und zwar in einem gleichen, als die durch einen bei  $p$  in den Multiplicator eintretenden Strom positiver Elektrizität erzeugte. Die Entladungen durch Alkohol,



Schneewasser, schwefelsaures Eisenoxyd und chromsaures Kali geschahen nicht ganz vollständig, durch die übrigen Flüssigkeiten aber vollständig.

Um den Einfluß der Stärke der Ladung der Flasche auf die Bewegung der Multiplicatornadel kennen zu lernen, habe ich auf die Lösungen von Kochsalz und von hydrojodsaurem Kali Ladungen von verschiedener Stärke einwirken lassen, und Folgendes gefunden:

Stärke der Ladung    1   2   3   4   5   6   7   8

Ablenkung der Multiplicatornadel.

Bei Kochsalzlö-

sung                    5° 10° 15° 20° 25½° 31° 36½° 42°

Bei Lös. v. hydro-

jodsaurem Kali    5   11½   17   23   29   35   41   47

Was die Ursache der ganzen, in so auffallender Intensitätsverschiedenheit hervortretenden Erscheinung betrifft, so kann sie eine dreifache seyn, nämlich:

- 1) ungleiche Erwärmung der Platindrähte durch den Entladungsschlag, und daraus entspringende Entwicklung von Thermomagnetismus;
- 2) elektrische Polarisirung der Platindrähte;
- 3) elektrische Polarisirung der Flüssigkeit.

Was die erste Ursache, eine ungleiche Erwärmung der Platindrähte, betrifft, so könnte sie, abgesehen von ihrer Möglichkeit an sich bei Drähten von gleichen Dimensionen, hier auch noch darin begründet seyn, daß in meinem Apparate die beiden Platindrähte zufällig von ungleicher Dicke sind. In der That habe ich durch Erkältung des Pfropfens mit dem oberen Platindraht Ablenkungen in gleichem Sinne, wie die angegebenen, von etwa 2°, und durch Erwärmung desselben entgegengesetzte Ablenkungen erhalten. Es kann nicht zweifelhaft seyn, daß dieselben durch eine Entwicklung von Thermomagnetismus zwischen dem oberen Platindraht und dem Kupferdraht *c* (Taf. IV Fig. 8) bewirkt wurden.

Da aber die angewandten Platindrähte ungefähr 0,8 und 0,9 Millimeter dick sind, so kann die durch den Entladungsschlag bewirkte Erwärmung derselben unter den vorhandenen Umständen überhaupt nicht bedeutend genug zur Hervorbringung merklicher Effecte gewesen seyn. Auch erhielt ich Ablenkungen der Multiplicatornadel von  $15^\circ$  und mehr, als statt der Glasröhre Fig. 9 eine andere von nahe gleichen Dimensionen, welche aber unten mit einem 9 Millimeter breiten und 37 Millimeter langen Platinstreifen versehen und mit Kochsalzlösung gefüllt war, gebraucht wurde.

Um über eine etwa erzeugte elektrische Polarität der Platindrähte Gewissheit zu bekommen, habe ich statt der Glasröhre, Fig. 9, zur Aufnahme der Flüssigkeit ein viereckiges Glaskästchen, Fig. 10, angewandt, welches durch einen eingekitteten Glasstreifen in zwei von einander getrennte gleich große Behälter *A* und *B* abgetheilt ist, und auf dessen Rändern die Kupferdrähte *a*, *b*, *c*, *d* befestigt sind. Von diesen Drähten führen *a* und *b* zu den Quecksilberschälchen *o* und *d*, Fig. 8, *c* und *d* aber zu den Schälchen *d* und *m*, Fig. 8; die vollständige Leitung wurde sodann durch zwei doppelt rechtwinklich gebogene, an den Enden eines mit einer kleinen Handhabe versehenen Glasstäbchens befestigte,  $\frac{1}{2}$  Millimeter dicke Platindrähte, Fig. 11, bewerkstelligt, deren obere Enden auf die Kupferdrähte *a* und *b*, *c* und *d*, Fig. 10 gelegt wurden, so daß ihre unteren Enden in die Flüssigkeit hinabreichten. Die Behälter *A* und *B* wurden mit einer Kochsalzlösung gefüllt, und die Ladung der Flasche so eingerichtet, daß der durch *A* hindurchgehende Entladungsschlag eine Ablenkung der Multiplicatornadel von  $20^\circ$  hervorbrachte. Als ich dann in einem folgenden Versuch unmittelbar nach erfolgter Entladung der Flasche, wobei jedoch das Drahtende *k*, Fig. 8, nicht in das Schälchen *f* hinabfiel, das System der beiden Platindrähte rasch aus dem Behälter *A* heraushob

und in gleicher Richtung in den Behälter *B* einsetzte, (wodurch ein geschlossener Bogen mit dem Multipliator entstand), sah ich die Nadel nach derselben Seite hin, wie in dem vorhergegangenen Versuche, um  $12^{\circ}$  ausweichen.

Dieser Erfolg war bei der häufigsten Wiederholung des Versuchs immer derselbe, und ich habe durch eine kleine Abänderung in der Einrichtung des Apparats eben so bestimmt gefunden, das *jeder* der beiden in die Flüssigkeit tauchenden Platindrähte elektrische Polarität annimmt, der, durch welchen die positive Elektrizität der Flasche in die Flüssigkeit eintritt, die positive, der andere die negative. Eine umgekehrte Einsetzung der Platindrähte, Fig. 11, in den Behälter *B*, nachdem sie durch einen Entladungsschlag in *A* polarisch gemacht worden, bewirkte eine entgegengesetzte Ablenkung der Multipliatornadel.

Es ist demnach erwiesen, daß auch die gemeine Elektrizität in Metalldrähten Polarität hervorzurufen vermag; aber es ist immer eine wesentliche Bedingung dabei, daß diese Drähte in einer Flüssigkeit sich befinden, durch welche die Elektrizität hindurchzufließen gezwungen ist. Ich habe sie nie wahrgenommen, wenn der Entladungsbogen bloß aus festen Leitern bestand.

Wenn ich die polarisch gewordenen Drähte in der Flüssigkeit hängen liefs, so nahm ihre Polarität sehr rasch ab und verschwand innerhalb einer bis anderthalb Minuten völlig; wenn ich sie aber nach einem kräftigen Entladungsschlage rasch heraushob und abtrocknete, so war ihre Polarität noch nach einer vollen Stunde stark genug, Ablenkungen von einem Grade und mehr hervorzubringen. Hieraus sowohl, als aus der bedeutenden Verschiedenheit in der Stärke der Polarisirung der Drähte in verschiedenen Flüssigkeiten, welche, wie die angegebenen Beobachtungen zeigen, keinesweges von der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit (welche nur zur raschen

Entladung der Flasche hinreichend seyn muß) abhängig ist, muß man schliessen, daß diese Polarisirung von einer durch die hindurchströmende Elektricität veranlaßten Wirkung der Flüssigkeit auf die Oberfläche der Drähte erzeugt wird. Ich hoffe der Ursache dieser räthselhaften Erscheinung auf einem anderen Wege noch näher zu kommen, und bemerke jetzt nur noch, daß ich auch bei Kupferdrähten dieselbe Polarisirung wie bei Platindrähten, nur in geringerem Grade, wahrgenommen habe; eine solche, in einem, dem oben beschriebenen ähnlichen, mit Kupfervitriollösung gefüllten Glasapparate erzeugt, bewirkte eine Ablenkung der Multiplikatornadel von  $7^{\circ}$ . Den Versuchen mit Drähten von auflöslichen Metallen stellen indess die immer dabei eintretenden anomalen galvanischen Wirkungen große Schwierigkeiten in den Weg.

Es war nun noch zu untersuchen, ob etwa auch eine elektrische Polarisirung der Flüssigkeit Antheil an den beobachteten Einwirkungen auf die Multiplikatornadel hatte. Dazu war nichts weiter erforderlich, als, unmittelbar nach geschehener Entladung der Flasche, das Glasstäbchen mit den polarisirten Drähten aus dem Behälter *A*, Fig. 10, herauszunehmen, ein anderes mit nicht polarischen Drähten statt seiner einzusetzen, und dann das Drahtende *k*, Fig. 8, welches bei der Entladung über dem Quecksilberschälchen *f* festgehalten worden, in dasselbe hinabfallen zu lassen. Diesen Versuch habe ich angestellt und sehr oft wiederholt, dabei aber nie die geringste Bewegung der Multiplikatornadel wahrgenommen. Wenn daher eine Polarisirung der Flüssigkeit in dem Behälter *A*, Fig. 10, stattgefunden hätte, so hätte sie wenigstens von ungemein kurzer Dauer seyn müssen. Da ich indessen Gründe hatte, in der Flüssigkeit, nach hindurchgegangenem Entladungsschlage, die Gegenwart freier Elektricität, wenn auch in geringer Menge, zu vermuthen, so habe ich diese mit Hülfe eines Elektros-

troskops zu entdecken gesucht. Obgleich die mir für den Augenblick zu Gebote stehenden elektroskopischen Hilfsmittel nicht von äußerster Empfindlichkeit waren, so habe ich durch sie dennoch mit Leichtigkeit die Gegenwart einer sehr bemerklichen Menge freier positiver Elektricität in der, dem Entladungsschlage ausgesetzt gewesenen Flüssigkeit ermittelt, und zwar war dieselbe keinesweges durch eine einmalige Ableitung fortzuschaffen, sondern es bedurfte wiederholte Ableitungen an verschiedenen Stellen der Flüssigkeit, um sie rasch verschwinden zu lassen.

Was den Ursprung dieser freien Elektricität betrifft, so liegt der Gedanke nicht fern, daß sie von einer, den Wänden des gläsernen Behälters durch den Entladungsschlag mitgetheilten Ladung herrühren möge. Um darüber zur Gewißheit zu kommen, habe ich den Behälter *A*, Fig. 10, ganz mit Metallfolie ausgekleidet, und diese während und nach der Entladung der Flasche ableitend berührt; aber der Erfolg war derselbe, und anscheinend auch die Spannung der entwickelten Elektricität der früher beobachteten gleich. Man könnte nun vermuthen, daß dieselbe ein Residuum von der bei der Entladung der Flasche in die Flüssigkeit eingedrungenen Elektricität sey; aber auch dieses ist nicht anzunehmen, da die Entladung der Flasche dem Anscheine nach vollständig war, und die freie Elektricität sich eben sowohl nach einer länger dauernden Schließung des Entladungsbogens vorfand. Man muß daher wohl glauben, daß sie durch die Einwirkung des Entladungsschlages auf die Flüssigkeit, welcher ohne Zweifel eine beträchtliche locale Verdichtung derselben bewirkt hat, erst hervorgeufen worden sey.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die oben mitgetheilte Tafel der Ablenkungen, so ist schon bemerkt worden, daß bei einigen Flüssigkeiten die Entladung der Flasche nicht ganz vollständig erfolgte, ohne Zweifel aus

dem Grunde, weil dieselben für die kurze, der Entladung gestattete Zeit nicht hinreichende Leitungsfähigkeit besitzen. Aber es ergibt sich aus meinen Versuchen (was auch sonst bereits bekannt ist), daß z. B. dem reinen Wasser, durch einen kaum merklichen Zusatz von einer Säure oder einem Salze, ein sehr bedeutend höherer Grad von elektrischer Leitungsfähigkeit ertheilt wird.

Hinsichtlich der Stärke der an den Platindrähten erzeugten Polarität zeigen die untersuchten Flüssigkeiten ein sehr verschiedenes, nichts weniger als ihrer Leitungsfähigkeit entsprechendes Verhalten. Es scheint vielmehr hauptsächlich ihre chemische Natur in diesen Wirkungen sich auszusprechen. Uebrigens zeigen die Ergebnisse meiner Versuche über die zwischen der Intensität der durch den Entladungsbogen strömenden Elektrizität und der durch sie an den Platindrähten erzeugten Polarität stattfindenden Beziehung, mit Berücksichtigung der Beobachtung, daß die Ablenkungen der Multiplicatornadel wesentlich nur durch einen Impuls von kurzer Dauer hervorgebracht werden, mit Bestimmtheit, daß die letztere der ersteren genau proportional ist.

Ich will diese Mittheilung mit der Angabe einer Fehlerquelle beschließen, welche mich wiederholt, ehe ich sie erkannte, getäuscht hat. Ich habe nämlich zuweilen die Platindrähte, um sie zu reinigen, auf weichem Leder abgerieben, und danach nicht selten, bei dem Einsetzen in die Flüssigkeit, überraschende Ablenkungen der Multiplicatornadel von 30, 40 und mehr Graden wahrgenommen. Eine nähere Untersuchung der Anomalie ergab, daß dieses immer der Fall war, wenn das gebrauchte Leder bereits zum Abreiben anderer Metalle, z. B. der in Quecksilber gestandenen Drahtenden, gedient hatte, wie geringe Spuren von diesen sich auch darauf abgesetzt haben mochten. Es ist dieß ein neuer Beweis, wie nothwendig es ist, beim Gebrauch eines empfindlichen Mul-

tiplicators mit der größten Umsicht zu Werke zu gehen, um Irrthümer zu vermeiden.

IV. *Zur Theorie des Galvanismus, mit Bezug auf die Bemerkung des Hrn. Etatsrathes Pfaff über meinen Versuch der abwechselnden Polarität einer galvanischen Kette mit mehreren paarweise verbundenen Zwischenplatten; von G. F. Pohl.*

Der eben genannte Versuch ist in diesen Annalen, Bd. XVI S. 101 umständlich von mir beschrieben und erörtert worden. Für Leser, welchen die dortige Verhandlung nicht gegenwärtig ist, will ich hier nur zuvorst noch das Wesentliche des Erfolgs in wenigen Zeilen angeben.

In einer einfachen Zink Kupferkette mit etwa 6 Zoll breiten Platten,  $z$  und  $k$ , zwischen welchen die Flüssigkeit in mehreren Pappscheiben,  $f$ , enthalten ist, werden die letzteren etwa durch drei Paar Zwischenplatten von Kupfer,  $a$  und  $\alpha$ ,  $b$  und  $\beta$ ,  $c$  und  $\gamma$  in so viel einzelne Schichten nach folgendem Schema abgesondert:

$z f a f b f c f \gamma f \beta f a f k$ .

Schließt man nun die Kette in  $z$  und  $k$  durch einen um die Magnetnadel geführten Draht, so wird die Nadel wegen der Zwischenlagen zwar schwächer als sonst, aber auf die gesetzliche Weise abgelenkt, und wenn so dann irgend ein Paar der Zwischenplatten eben so durch einen zweiten um eine Magnetnadel geführten Draht verbunden wird, so lenkt dieser die Nadel nach entgegengesetzter Richtung ab, östlich, wenn der erste Draht westliche Ablenkung giebt, und umgekehrt. Das ist ganz in der Ordnung, da auch, nach der gewöhnlichen Ansicht,

der elektrische Strom durch den zweiten Draht in der entgegengesetzten Richtung von der des ersten Drahtes fortgehen muß. Anders aber verhält es sich, wenn mit dem ersten Schließungsdrahte an  $z$  und  $k$ , ein zweiter an  $a$  und  $\alpha$ , ein dritter an  $b$  und  $\beta$ , und ein vierter an  $c$  und  $\gamma$  gleichzeitig angelegt wird. Alsdann ist, wenn der erste Draht westliche, der zweite östliche Ablenkung giebt, die Ablenkung durch den dritten Draht wieder westlich, durch den vierten östlich; überhaupt die Ablenkung durch jeden einzelnen Draht derjenigen des nächst vorhergehenden oder nächst folgenden entgegengesetzt.

Dies ist im Wesentlichen der Versuch an sich. Wer ihn wiederholen will, wird die Mafsregeln zu berücksichtigen haben, welche ich a. a. O. zum sicheren Gelingen des Versuches empfohlen habe. Bei reinlicher und exacter Anordnung eines hinlänglich kräftigen Apparats kann der gesetzmäßige Wechsel, wie er häufig beobachtet worden ist, noch durch eine oder mehrere folgende Paare von Zwischenplatten wahrgenommen werden. Der Hauptcharakter des Phänomens liegt indeß vornehmlich in dem Verhalten des dritten Plattenpaares  $b$  und  $\beta$ . Ist es einmal constatirt, daß hier die Ablenkung die entgegengesetzte von der des zweiten Paares ist, so ist auch ein gleichmäßiger Wechsel der Polarität der folgenden Platten zu erwarten; denn begreiflich wird aus demselben Grunde, nach welchem der dritte Draht die entgegengesetzte Polarität des zweiten zeigt, wiederum auch der vierte die entgegengesetzte des dritten zeigen müssen, u. s. f., wenn anders nur die Wirkung des Haupterregerpaares  $z$  und  $k$  kräftig genug ist, bis dahin zu reichen und etwanigen, in zufälligen Differenzen der Platten begründete Dispositionen zu abweichendem Verhalten zu überbieten.

Nun sieht man zugleich sehr bald, daß dieser Grund nicht füglich aus der Volta'schen Theorie zu entnehmen sey, die nach ihrer, von den in der Flüssigkeit liegen-



den Thätigkeitsbestimmungen abgekehrten, Grandansicht keine Rechenschaft über dieses ihr paradoxe Hin- und Hergehen des elektrischen Stroms zu geben vermag, vielmehr dadurch selbst in beträchtlichem Grade mit dem Verlust ihrer Competenz bedroht zu werden scheint.

Es wäre mir daher nicht befremdend gewesen, das Phänomen, nachdem ich es zuerst öffentlich mitgetheilt hatte, in einer Periode, wo bald nach der Entdeckung des Elektromagnetismus die Volta'schen und elektro-chemischen Ansichten noch fast ganz allgemein herrschend waren, eine Zeit lang bezweifelt oder unbeachtet bleiben zu sehen; dafs aber der Eifer für die Volta'sche Hypothese und der Glaube an ihre Unfehlbarkeit so weit gehen würde, wie er sich in Hrn. Etatsrath Pfaff zeigte, dafs dem Erfolg geradezu die Realität und mir beiläufig so weit auch der experimentale Credit abgesprochen werden würde, war über meine Erwartung. Im IV. Bande des physikalischen Wörterbuchs, S. 998, sagt Hr. Pfaff in Bezug auf den Versuch, hinsichtlich der von mir gegebenen Construction der Erscheinung Folgendes: *„Diese Construction wäre sehr plausibel, wenn sich die Sache so verhielte. Die Wahrheit ist aber, dafs die Nadel in allen Fällen gleichnamige Ablenkung und die entgegengesetzte von derjenigen zeigt, als wenn sie mit dem Drahte von k und z verbunden ist. Wie nun aber Pohl ein so ganz entgegengesetztes Resultat von dem meinen erhalten haben konnte, darüber kann ich mich hier in keine Vermuthungen einlassen. Für mich ist jeder Einwurf, der von diesem Versuche gegen Volta's Theorie hergenommen werden könnte, durchaus nichtig, da ich für die Genauigkeit meines, durch öftere Wiederholung constatirten Resultats einstehen kann.“*

Mein oben erwähnter Aufsatz in diesen Annalen war eine Appellation gegen diesen harten Urtheilsspruch, und diese Appellation hat in der That den Erfolg gehabt, den strengen Richter anderen Sinnes zu machen,

und ihn zu einem milderen Erkenntniß umzustimmen. In seiner Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus, S. 192, äußert sich Hr. Etatsrath Pfaff über den nämlichen Versuch folgendermaßen: »*Die Volta'sche Theorie kann in ihrem ersten einfachen Ausdrucke keine Rechenschaft geben von jener merkwürdigen Umkehrung des Stroms, wenn die correspondirenden Plattenpaare  $aa$ ,  $b\beta$ ,  $c\gamma$ ,  $d\delta$  gleichzeitig durch die metallischen Drähte 1, 2, 3, 4 mit einander verbunden sind. Pohl's oben aufgestelltes allgemeines Gesetz stimmt aber auch nicht mit den Erscheinungen vollkommen überein. Zwar hat es sich in vielen Fällen bestätigt, daß sich die Plattenpaare abwechselungsweise entgegengesetzt polarisiren und die Ströme dadurch abwechselungsweise entgegengesetzt gerichtet werden; allein es haben sich auch auffallende Abweichungen von diesem Gesetze gezeigt, deren Grund nicht sowohl aufzufinden seyn möchte.*«

Ich gestehe aufrichtig, daß ich mir nach einer vorgängigen Erklärung, wie diejenige des physikalischen Wörterbuchs, worin so unbedingt der Stab über mich gebrochen worden, diese zweite limitirte Sentenz des Revisionstribunals zu größerer Satisfaction anrechne, als wenn sogleich in erster Instanz völlig zu meinen Gunsten entschieden worden wäre. Was jedoch meine persönliche Rechtfertigung in diesem Fall anbetrifft, so mag sie ganz zur Seite gestellt bleiben; aber im Interesse der Sache und bei reiflicher Ueberzeugung von der Richtigkeit meiner Ansicht des Gegenstandes ist es mir um so mehr Pflicht, hier auch gegen jene nicht reell motivirte Limitation mich zu erklären, und den constanten gesetzlichen Charakter des in Rede stehenden Factums in aller Entschiedenheit zu reclamiren.

Ein physikalischer Erfolg hat einen gesetzlichen Charakter, in sofern er unter bestimmten Bedingungen sich stets wiederholt, und um ihn als solchen zu constatiren, muß man ihn allerdings unter möglichst vielfach verän-

derten Umständen darzustellen suchen. Diese Veränderungen haben jedoch ihre Gränzen darin, daß sie weder einen wesentlichen Theil jener Bedingungen, noch den inneren Zusammenhang ihrer Wechselwirkung aufheben oder umgestalten dürfen. Geschieht dieß, so kann die verkümmerte Darstellung des Erfolgs oder sein ganzliches Ausbleiben nicht mehr ein zulässiges Argument gegen seine Gesetzlichkeit abgeben. Alle von Hrn. Pfaff angeführten Fälle aber, in welchen der besprochene Erfolg sich versagte, oder anders war, als er sollte, sind von solcher Art, daß mit den willkürlich herbeigeführten Anordnungen bei der Anstellung des Versuchs die wesentlichen Bedingungen verletzt und damit die Ergebnisse selbst gestört werden mußten. So lange Hr. Pfaff sich innerhalb der angemessenen, zum Gelingen des Versuchs erforderlichen Bedingungsgränzen gehalten, haben sich auch ihm die Ergebnisse in ihrer reinen Gesetzmäßigkeit bestätigt. So gab bei seiner einfachen Kette, die mit fünffach verdünnter Säure geschichtet war (Revis. S. 183), der erste Draht östliche Ablenkung, der zweite (bei Hrn. Pfaff, der den Zink-Kupferdraht nicht zählt, mit No. 1 bezeichnet) gab westliche, der dritte östliche, der vierte westliche und ein fünfter nochmals östliche Ablenkung. Eben so gab bei der mit Kochsalzlösung bereiteten Kette (das. S. 187) der erste Draht östliche, der zweite westliche, der dritte östliche, der vierte westliche Ablenkung. — Eine *concentrirte* Salmiaklösung ist, wegen der zu heftigen einseitigen Wirkung auf die einzelnen Platten der Kette und deren baldigen Incrustation, dem Gelingen des Erfolgs nichts weniger als günstig; dennoch zeigte auch in einer solchen Kette (ebendaselbst, S. 186), nachdem der erste Draht östliche, der zweite westliche Ablenkung gegeben, der folgende dritte noch die charakteristische östliche Ablenkung. Außer diesen Beobachtungen führt Hr. Pfaff nur noch das Ergebniss von einer einfachen Kette an, die mit einer hun-

dertfach verdünnten Säure geschichtet war (das. S. 188), in welcher die Wirkung des Hauptregerpaares leicht schon zu unkräftig seyn kann, um bei zufällig ungünstiger Disposition des dritten Paares dieses noch hinlänglich zu beherrschen.

In allen übrigen Fällen hat Hr. Pfaff, um, wie er sagt, den wichtigen Versuch für die Theorie noch bedeutsamer zu machen, mit demselben eine Reihe von Abänderungen vorgenommen, theils durch partielles Schließen und Oeffnen einzelner Paare der Kettenglieder ausser der ordentlichen Reihenfolge, theils durch Verbindung der ursprünglich einfachen Kette mit einer Volta'schen Batterie von 40 Plattenpaaren. Die Ergebnisse bei diesen Aenderungen, sofern sie nicht den regelmäßigen Polaritätswechsel der obigen Erfolge darboten, werden nun als Anomalien, welche der von mir behaupteten Gesetzmäßigkeit zuwiderlaufen, bezeichnet, ohne daß irgend wo eine Rechtfertigung zur Befugniß jener Aenderungen in diesem Bezuge gegeben ist. Freilich kommt dem Voltaisten, der alle galvanischen Wirkungen auf die Contactelektricität der Metalle und ihre Strömungen zurückführt, in diesem Bezuge gar nichts auf den Unterschied der einfachen und zusammengesetzten Kette an; er verfährt vielmehr in dem Sinne, daß es sich von selbst verstehe, daß der so viel stärkere Strom der Batterie dasjenige, was schon in der einfachen Kette durch ihn bewirkt werde, noch viel entschiedener hervorbringen müsse. Aber er bedenkt nicht, hier sonach Angeklagter und Richter in einer Person zu seyn, so daß nach demselben Princip, dessen Gültigkeit durch den Versuch in Frage gestellt wird, doch nichts destoweniger und ohne weiteres die Gültigkeit des Versuchs entschieden werden soll.

Gesetzt aber auch, daß durch irgend ein noch so plausibel erscheinendes Raisonement die unerledigte Competenzfrage des Verfahrens entschieden wäre, ist denn

durch die nach diesem Verfahren gefundenen Ergebnisse das Factische des Erfolgs in den ursprünglich von mir festgestellten Bedingungsgränzen, wenn er nämlich nur mittelst einer einfachen Kette und in der natürlichen Reihenfolge der Ablenkungen bewerkstelligt wird, etwa aufgehoben? Innerhalb dieser Gränzen bildet der Versuch, wie Hr. Pfaff bewiesen hat, eine constante, factische Gesetzmäßigkeit. Wenn er nun bei der Anwendung der Batterie nicht mehr so constant bleibt, was folgt daraus? Was muß aufgegeben werden; jene factische Gesetzmäßigkeit oder das Princip, dem sich jene Gesetzmäßigkeit da nicht mehr stellt, wo sie sich seiner Hypothese gemäß stellen sollte? Eine Hypothese wird durch ein einziges, ihr entschieden zuwiderlaufendes Factum umgestossen; aber die Realität eines Factums wird weder durch eine Theorie noch durch tausend andere, in scheinbarem Widerspruche damit begriffene Facta vernichtet. Statt aber jenen factischen Thatbestand des Versuches, der sich nun einmal nicht abweisen läßt, mit unpartheiischem Blick in's Auge zu fassen, behandelt ihn Hr. Etatsrath Pfaff von vorn herein wie eine lästige, verdächtige Anomalie, und erzwingt von ihm auf dem Procrustesbette des Voltaismus so lange eine Menge sich durchkreuzender Indicien, bis dafs es heifst: da sieht man es; ein Schein von Gesetzlichkeit giebt sich wohl kund; aber aufer der anfänglichen offenbaren Widerspenstigkeit sind da noch so viel versteckte obstinate Tendenzen im Hintergrunde verborgen, dafs es am besten seyn wird, das zweideutige Subject bis auf weitere gelegentliche Instruction noch ferner in Haft zu lassen, und ihm keinerlei Einfluß zu gestatten.

Das Folgende möchte nun theils in dieser Sache, theils noch in weiterer Beziehung von einigem Belange seyn.

Betrachten wir zuerst eine gewöhnliche Volta'sche Säule im Zustande der Schließung, so haben die Pola-

ritäten in ihr überall in jedem einzelnen Theile übereinstimmige Richtung. Wird die Säule durch folgendes Schema dargestellt:

$$zfk'z'fk''z''fk'''z'''fk$$

(worin zugleich, für einen unten anzugebenden Zweck, die zusammenliegenden Platten durch gleichzählige Striche bezeichnet sind), so ist, so wie jedes  $kz$  links in  $k$  negativ, rechts in  $z$  positiv ist, auch jedes  $f$  links neben  $z$  negativ, rechts neben  $k$  positiv; was nicht etwa bloß in dem einseitigen Volta'schen und elektro-chemischen Sinne nur von elektrischen Erregungen zu verstehen ist, sondern eben sowohl auch von den entsprechenden chemischen Thätigkeiten. Indem z. B. in  $z$  die Erregung von  $+E$  die Tendenz, oxydirt zu werden, ausdrückt, so ist in dem benachbarten  $f$ , links auf der nach  $z$  gekehrten Seite, die Thätigkeit, mit welcher es dort das  $z$  oxydirt und sich damit zugleich selbst desoxydirt, die dem  $+E$  entsprechende freundschaftliche Polarthätigkeit, d. h. eine negative. Auf der rechten Seite gegen  $k$  ist das  $f$  eben so positiv und so jedes  $f$ , eben so wie jedes  $kz$ , links in negativer, rechts in positiver Thätigkeitsrichtung begriffen.

Es sey ferner eine ebenfalls geschlossene einfache Kette mit kupfernen Zwischenplatten unter folgendem Schema vorgestellt:

$$zfk'fk''fk'''fk,$$

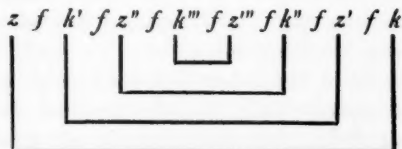
in welcher wieder das äußerste Paar  $z$  und  $k$  durch einen Draht verbunden gedacht werde, so ist zunächst  $z$  positiv und das anliegende  $f$  links negativ. Damit wird sofort ein positives Verhalten rechts in  $f$  hervorgerufen; dieses macht wieder das angränzende  $k'$  links negativ, rechts positiv, und so fort, während auf gleiche Weise von dem negativen  $k$  aus durch das benachbarte  $f$ ,  $k'''$  u. s. f. die wechselnden Polaritäten in entsprechenden Richtungen erzeugt werden, und jenen, von  $z$  aus erregten, begegnen, Die Ausbildung der Polaritäten wird

hier zwar nicht durch den Gegensatz des  $kz$  in den Zwischengliedern so wie oben in der Säule unterstützt und befördert; sie wird daher auch nach der Mitte des Systems hin immer schwächer, und hört zuletzt bei einer größeren Zahl von Zwischenschichtungen ganz auf. Aber sie kommt nichts desto weniger nach den allgemeinen chemischen Polaritätsgesetzen in einer mäßigen Zahl von etwa fünf, sechs und mehreren Schichtungen durchweg zu Stande, und stellt sich unter demselben Typus dar, wie er in der Volta'schen Säule selbst stattfindet, so daß auch hier wieder alle Platten und Flüssigkeitsschichten übereinstimmig polarisirt sind, jedes  $k$  und jedes  $f$  links negativ, rechts positiv. Man kann sich daher auch jedes einzelne  $k$  wie zwei unmittelbar an einander liegende Platten vorstellen, von denen das links liegende negativ, das rechts liegende positiv ist, und so die ganze Kette als vollkommenes Analogon der obigen Säule unter folgendem Schema darstellen:

$$zfk'k'fk''k''fk'''k'''fk,$$

worin jedes  $k$  zur Linken, nach der Art seines Verhaltens, die betreffende Kupferplatte, und jedes rechts liegende  $k$  die betreffende Zinkplatte der obigen Säule repräsentirt.

Dies vorausgesetzt, so werde jetzt die obige Säule so geordnet, daß die Platten jedes Paares zwar verbunden bleiben, aber nicht mehr durch unmittelbaren Contact, sondern durch einen besonderen Schließungsdraht, während sie dabei zugleich auf entgegengesetzte Seiten der Säule gebracht worden, wie aus nachfolgendem Schema erhellt:



so hat man ein System, worin begreiflich die Polarthätigkeiten der einzelnen  $f$  nicht mehr so wie oben in übereinstimmiger Richtung hervortreten, sondern sie sind abwechselnd entgegengesetzt gerichtet, und die einzelnen Schließungsdrähte bewirken demgemäß auch nach einander abwechselungsweise entgegengesetzte Ablenkung der Magnetnadel. Man kann auch leicht mit einer solchen alternirenden Säule in einer Gasentbindungsröhre, die zwei Kupferdrähte enthält, das Wasser zersetzen. Schließt man an der Stelle eines der Schließungsdrähte mit solchem Zersetzungsapparat, so erscheint das Hydrogen, wenn  $z$  und  $k$  durch ihn verbunden werden, links, an dem mit  $z$  verbundenem Drahte dagegen zeigt es sich, wenn  $k'$  und  $z'$  damit verbunden werden, rechts bei  $z'$ . Bei der Verbindung des folgenden Paares  $z''$  und  $k''$  tritt es wieder links, bei  $z''$ , und wenn endlich in  $k'''$  und  $z'''$  geschlossen wird, abermals rechts bei  $z'''$  auf, während in jedem dieser Fälle der andere Draht ohne sichtbare Gasentbindung oxydirt wird.

Es ist hiebei noch besonders anzumerken, daß wenn die Platten groß, mindestens etwa 3 Zoll breit sind, und das Wasser in dem Entbindungsrohr, welches die beiden Kupferdrähte enthält, mit Schwefelsäure etwas stark gesäuert ist, das Wasserstoffgas, der geringen Zahl der Elemente ungeachtet, dennoch in vollen Strömen so reichlich erscheint, daß seine Quantität binnen kurzer Zeit sehr bestimmt gemessen und verglichen werden kann. Wenn dagegen der Oxygendraht von Platin ist, so hat man bei so wenigen Elementen immer nur eine äußerst schwache, oft kaum bemerkliche Gasentbindung, — eine Erscheinung, die an sich und im Zusammenhange mit anderen Ergebnissen noch als Gegenstand besonderer Untersuchung von Wichtigkeit ist.

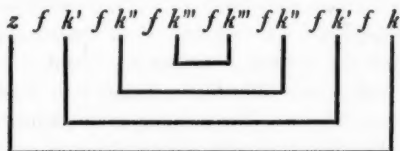
Es ist leicht ersichtlich, daß die Thätigkeit der obigen alternirenden Säule, so wie die einer anderen gewöhnlichen Volta'schen Batterie, ein mit allen Partial-



wirkungen zusammengreifendes Ganze, eine Einheit bildet, die, um als solche nachgewiesen und erklärt zu werden, der Volta'schen Theorie schon sehr große, wenn nicht unüberwindliche Schwierigkeiten darbietet. Zwar sind hier noch die abwechselnden entgegengesetzten Ablenkungen und Zersetzungen nach der Contacttheorie den entgegengesetzten Strömungen gemäß, wenn das Ganze nicht als eine Einheit, sondern nur als eine äußerliche Zusammenstellung von zwei in ihren Wirkungen gesonderten Doppelketten betrachtet wird, wo sodann das mittelste  $f$  und die beiden  $f$  zwischen  $k'$  und  $z''$  und zwischen  $k''$  und  $z'$  als überflüssig angesehen werden, und auch durch indifferente Zwischenlagen von trockner Pappe, Glasplatten u. dergl. ersetzt werden können. Wenn dieses letztere jedoch geschieht, so bleiben zwar allerdings die Ablenkungen, so wie anfänglich, entgegengesetzt, aber die weit schwächere Wirkung, mit welcher nun in dem Zersetzungsapparat das Hydrogen entbunden wird, so daß nach sehr vielen Versuchen, die ich darüber angestellt habe, die Quantität desselben in dieser und jener Kette in gleicher Zeit und unter gleichen Umständen sich wie 1 zu 1,5 bis 2 verhält, beweist, daß das anfängliche System nicht wie zwei solche gesonderte Doppelketten, sondern als Vereinigung aller vier Ketten zugleich wirksam ist. Wie soll nun diese, bei unbefangener Ansicht völlig normale, Einheit des Zusammenwirkens der Elemente einer solchen alternirenden Säule nach der Volta'schen Contact- und Strömungs-Theorie dargethan werden? Es kann nur die Annahme zu Hülfe gerufen werden, daß die Strömung jeder einzelnen Doppelkette sich in den betreffenden Zinkplatten theile, um durch das angränzende  $f$  auf der entgegengesetzten Seite zur Kupferplatte der andern Doppelkette und von da aus zu gemeinschaftlicher Strömung mit jener zu gelangen. Es bleibt sodann aber immer problematisch, warum nicht auch eben sowohl eine solche Theilung in den

betreffenden Kupferplatten geschehe, womit die Strömungen sich gegenseitig eben so destruiren müssen, wie sie sich nach der einseitigen Annahme jener Theilung einigen und verstärken sollen.

Gehen wir nun zu der geschlossenen einfachen Kette mit paarweise verbundenen kupfernen Zwischenplatten zurück, so wird sie durch folgendes Schema darzustellen seyn:



und es springt, mit Bezug auf das oben beigebrachte, sogleich in die Augen, daß das System seiner Construction und Wirkung nach ein gesetzmäßiges Erforderniß ganz nach demselben Typus seyn müsse, welcher der eben betrachteten alternirenden Säule zum Grunde liegt. Nur wird hier die Ausbildung der entgegengesetzten Polari-  
tätsrichtungen in den auf einander folgenden Flüssigkeits-  
schichten nicht mehr durch den Gegensatz verschiedener  
Metalle unterstützt, sondern sie tritt, da alle Zwischen-  
platten von Kupfer sind, in Folge der chemisch polaren  
Thätigkeit der Flüssigkeit selbst und als Ausdruck der-  
selben hervor, weshalb auch nicht bloß die Volta'sche,  
sondern jede Formaltheorie, d. h. eine solche, die nicht  
den Chemismus selbst und dessen Polarität nach seiner  
Wesentlichkeit und seinen ihm zugehörigen Momenten  
zu ihrem Ausgangspunkte macht, mit der auf ihre Weise  
versuchten Erklärung der Wirkung dieser Kette nicht mehr  
zu Stande kommen wird. In seiner Nothwendigkeit nach-  
weislich und factisch ist hier jedenfalls der abwechselnde  
Gegensatz der Thätigkeitsrichtungen in den auf einander  
folgenden Flüssigkeitsschichten dieser Kette. Dem posi-  
tiven  $z$  gegenüber ist das angränzende  $f$  links negativ.

Daher das nächstfolgende  $k'$  zuvörderst links negativ. Rechts würde es positiv thätig seyn, wenn es allein stände. Da es aber durch den Draht mit dem jenseitigen  $k'$  zusammenhängt, so wird die positive Gegenerrregung an dieses jenseitige  $k'$  gewiesen, welches nun auch hier, so wie es oben der Fall war, eine Zinkplatte repräsentirt, und das diesseitige  $k'$  bleibt dafür auch zur Rechten negativ. Demgemäfs ruft es in dem folgenden zweiten  $f$  links die positive Gegenthätigkeit hervor, welcher rechts in demselben  $f$  die negative gegenübertritt. Während also das erste  $f$  links negativ, rechts positiv ist, verhält sich das zweite  $f$  links positiv, rechts negativ. Eben so wird, vermöge der ungetheilten positiven Gegenthätigkeit des folgenden  $k''$ , das dritte  $f$  wiederum links negativ, rechts positiv, und so fort, so weit die ursprüngliche Stärke der Erregung die Wiederholung des Wechsels dieser mit dem Fortschritt allerdings immer schwächer werdenden Gegensätze gestattet oder so weit nicht etwa an den Zwischenplatten zufällige Dispositionen zu regelwidriger Erregung Anomalieen des Erfolgs veranlassen.

Durch diesen Wechsel der Polaritätsrichtung unterscheidet sich nun zugleich eine solche Kette mit paarweise communicirenden Zwischenplatten sehr wesentlich von einer gewöhnlichen Ladungssäule mit unverbundenen Platten; denn in letzterer sind, so wie in der gewöhnlichen Primärsäule selber, die Polaritätsrichtungen in allen einzelnen Gliedern überall die nämlichen. Es ist daher eine Verschiebung des Gesichtspunktes für die angemessene Auffassung der Erscheinungen, wenn man sie, wie Hr. Pfaff meint, als Erfolge von etwanigen noch dunkeln Effecten der sogenannten Ladung betrachten zu müssen wähnt. Die successiv entgegengesetzten Ablenkungen der Verbindungsdrähte können schon darum nicht Wirkungen der Ladung der Zwischenplatten seyn, weil sie ja nur während der Schließung der Hauptkette

und unter dem Einflusse derselben statt haben. Allerdings werden die Platten geladen; denn ein jedes, in jedem geschlossenen galvanischen Kreise befindliche Metall, die Erregerplatten selbst nicht ausgenommen, wird während der Wirkung geladen; allein die besprochenen Erfolge, welche während der Schließung der Hauptkette und der ihrer Wirkung untergeordneten Partialketten geschehen, sind Ergebnisse der directen Primärwirkung, und keinesweges die secundären der Ladung. Ohne hier in Erörterungen über die eigentliche Beschaffenheit des Zustandes der sogenannten Ladung einzugehen (die keinesweges einen so dunkeln Gegenstand bildet, wenn er nicht durch vorgefaßte Ansichten getrübt wird), so ist doch jedenfalls so viel gewiß, daß die Erfolge der Ladung als solche sich immer nur erst nach der Aufhebung des Zusammenhanges zwischen dem geladenen Gliede und der Ladungsquelle offenbaren, und zwar zeigen sie sich alsdann, so oft dieß geschieht, stets unter Thätigkeitsrichtungen, welche den während der Verbindung stattfindenden geradehin entgegengesetzt sind. Eben deshalb aber können nun ferner auch solche Ergebnisse, wie sie Hr. Pfaff durch ein partielles Aufheben und ein partielles Bestehenlassen jenes Zusammenhanges bei der in Rede stehenden Kette hat eintreten lassen, für oder gegen die Gültigkeit des gesetzmäßigen Verhaltens derselben vollends nichts entscheiden. Denn da alsdann an den außer Verbindung gesetzten Gliedern der Kette die abnormen Thätigkeitsrichtungen der jetzt erst frei werdenden Ladungseffecte sich geltend machen, so kommen jene Ergebnisse nothwendigerweise unter dem Zusammenfluß von Aeußerungen, die theils gesetzmäßig, theils diesen gesetzmäßigen gerade zuwider laufend sind, zum Vorschein, so daß nach zufällig vorhandenen Bedingungen und Dispositionsverhältnissen der Ausschlag bald auf die eine, bald auf die andere Seite fallen, und aus dem, aller Vergleichbarkeit ermangelnden Resultat also

also gar nichts geschlossen werden kann. Daher gehört es vielmehr zu den für das Gelingen des Versuchs als wesentlich von mir angegebenen Bedingungen, während der Dauer desselben keine einzige Partialverbindung aufzuheben, und deshalb den Schließungsdraht zweier Platten, deren Verhalten durch den Multiplicator untersucht werden soll, nicht eher fortzunehmen, als nachdem bereits die Schließung durch den Multiplicatordraht bewerkstelligt ist, oder umgekehrt diesen nicht anders wieder, als nach vorher erfolgter Restitution des Verbindungsdrahtes zu entfernen.

Was endlich die unbedingte Präsumption anbetrifft, daß die obigen, bei der Wirkung einer einfachen Kette mit Zwischenplatten als gesetzmäßig angegebenen Erfolge eben sowohl auch unter dem Einfluß einer größeren Volta'schen Säule constant bleiben sollen, so ist sie fast nicht minder unstatthaft, als wenn gefordert würde, daß die Gesetze der elektrischen Erregungsvertheilung an einem gewöhnlichen Condensator auch bei der Entladung einer Batterie durch denselben noch versichtbart bleiben sollten. Jene Erfolge beruhen angegebenermaßen vorzugsweise auf der abwechselnden Polaritätsrichtung in den flüssigen Schichten, die zugleich durch die paarweise Verbindung diefs- und jenseitiger Platten eingeleitet wird. In der Volta'schen Säule ist dagegen nicht nur, wie oben gleichfalls erinnert worden, die Polaritätsrichtung in allen Schichten und Gliedern dieselbe, sondern wenn mit ihr eine Ladungssäule verbunden wird, so wird auch sie von demselben Gesetz der übereinstimmigen Polaritätsrichtung in allen Gliedern durchdrungen: unfehlbar, wenn die Platten, wie gewöhnlich, gesondert sind; aber auch früher oder später bei paarweise verbundenen diefs- oder jenseitigen Platten. Die durchgreifendere Wirkung gestattet hier nicht mehr eine auf Veranlassung des Verbindungsdrahtes bewerkstelligte Vertheilung der Polarität an den beiden durch den Draht zusammenhängenden Plat-

ten, in solchem Grade von Bestimmtheit, wie es unter dem nachgiebigeren Einfluß der einfachen Kette geschieht; sondern jede einzelne Platte erleidet nun, ungeachtet ihres Zusammenhanges mit einer anderen, auch an und für sich eine solche Doppelerregung auf entgegengesetzten Seiten, mit welcher jener Wechsel der Polaritätsrichtung in den auf einander folgenden Flüssigkeitsschichten ganz aufgehoben oder mindestens so beeinträchtigt wird, daß auch das lediglich an jenen Wechsel geknüpfte Phänomen hier gar nicht, oder doch nicht in dem Grade von gesetzmäßiger Beständigkeit, wie bei der einfachen Kette, erwartet werden darf.

Es ist also auch von dieser Seite der reelle Gehalt des innerhalb der natürlichen Grenzen seiner Gesetzmäßigkeit nachgewiesenen Factums weder verneint noch geschmälert, wie Hr. Etatsrath Pfaff selbst am besten ohne meine Erinnerung eingesehen haben würde, wenn ihn nicht seine Partheilichkeit für die Volta'schen Principien daran verhindert hätte. Wenn ich übrigens kein Voltaist bin, so glaube ich nach meinen bisherigen Darlegungen kaum nöthig zu haben, mich noch gegen die Folgerung zu verwahren, daß ich darum ein Anhänger derjenigen Ansichten seyn müßte, die seit einiger Zeit unter dem Namen der chemischen Theorie im Schwange sind. Allerdings ist ein Fortschritt in der Erkenntniß des Galvanismus damit gewonnen, daß endlich Versuche gemacht worden sind, sich von dem falschen Absolutismus der Elektricität loszusagen, und statt dieser den Chemismus als den wahren Mittelpunkt der Erscheinungen in's Auge zu fassen. Aber es kommt nun auch mehr als je darauf an, diesen Punkt an sich und nach seinen naturgemäßen Beziehungen zum Ganzen der Erscheinungen zu betrachten. Es ist eine leider sehr gewöhnliche Aeußerung, daß für solche, auf die Wesenheit des Gegenstandes gerichtete Betrachtung, bis jetzt wenigstens, noch nicht genug vorgearbeitet sey, daß sie sich nie

oder erst spät werde realisiren lassen, und dafs es gerathen sey, sie einstweilen ganz oder so viel als möglich zu vermeiden. Das ist gerade dieselbe Täuschung, nur in noch gröfserem Umfange, mit welcher man, wie die Erfahrung lehrt, selbst Facta abzuweisen und auf sich beruhen zu lassen geneigt ist, wenn sie in den einmal gezogenen und mit einer gewissen eigensinnigen Vorliebe festgehaltenen Gesichtskreis sich nicht wohl einfügen lassen; es heifst die Augen vorsätzlich verschließen, wenn man sie nur unbefangen öffnen und den natürlichen Standpunkt nehmen darf, um die Sachen zu sehen, wie und was sie nach ihrer einfachen Wirklichkeit sind. Die Grundbedingung für die Erkenntniß der galvanischen Erscheinungen liegt in der schlichten Anerkennung und Anschauung des Chemismus als universelle Function des Naturlebens nach seinen ihm wesentlich zukommenden Momenten der Elektricität und des Magnetismus. So lange nicht aus diesem Gesichtspunkte aufgefaßt wird, bleibt jede einzelne Erscheinung räthselhaft, und wenn darin noch tausend Mal mehr vorlägen, als gegenwärtig bekannt sind; ja je mehr die Zahl der aufgefundenen Thatsachen zunimmt, desto schwieriger und verwickelter wird ihre Deutung ohne die Grundlage der Anschauung jenes ersten, allen übrigen Thatsachen vorangehenden Factums ihres gemeinsamen Zusammenhanges in der lebendigen Einheit allgemeiner Naturwirksamkeit. Von einer solchen, nicht etwa nur in Wort, oder Begriff, Vorsatz, Glaube blofs ausgesprochenen, sondern mit Bewußtseyn und offenen Blickes in die Objectivität des Lebens gerichteten Anschauung sind aber die Volta'sche und die sogenannte chemische Theorie, die sich bis jetzt ohne solide Grundlage nur in Reflexionen und Formalismus bewegen, eine wie die andere noch gar sehr entfernt.

### V. *Phosphorescenz des geglühten Schwerspaths;*

(Eine Mittheilung des Hrn. Arago an die Pariser Academie. — *Compt. rend. T. VIII p. 243.*)

Bei den unzähligen Versuchen, welche Hr. Daguerre unternahm, ehe es ihm gelang, das Verfahren zu entdecken, durch welches er gegenwärtig die Bilder der Camera obscura auf eine so bewundernswürdige Weise fixirt, hatte er unter andern seine Ideen auf die phosphorescirenden Substanzen gerichtet. Nach dem was uns der sinnreiche Künstler mitgetheilt, unterliegt es kaum einen Zweifel, dafs nicht sein Verfahren, den Schwerspath leuchtend zu machen, besser sey, als die bisher angewandten, besonders das bologneser. Eine Beschreibung desselben wird man also gewifs nicht ungern sehen. Sie ist in den Tagebüchern des Hrn. Daguerre folgendermafsen aufgezeichnet.

1824. — Mittel den Schwerspath durch Sonnenschein sehr leuchtend zu machen.

Man nehme einen Markknochen, einen möglichst dicken, entfette ihn durch Kochen, schaffe das Mark heraus und trockne ihn nun. Man pülvere Schwerspath in einem Mörser (doch nicht von Kupfer und Gufseisen, weil nach der Operation Theilchen davon am Schwerspath haften bleiben; ein Glasmörser allein darf hier angewandt werden). Mit dem gepülverten Schwerspath fülle man die Höhlung des Knochens, bis auf einen Raum, um die Mündung gut verkleben zu können. Den so zubereiteten Knochen stecke man in ein Rohr von Eisenblech oder Gufseisen, das einen Boden hat und etwas länger als der Knochen ist, damit dieser nicht nur von



einer feuerfesten Erde umgeben, sondern auch unten und oben damit eingehüllt werden kann.

Nachdem der Apparat so vorgerichtet ist, mache man Feuer in einem Ofen, um die Erde wenigstens drei Stunden lang rothglühend zu halten. Dann lasse man erkalten. Endlich kehre man, um den Knochen vorsichtig herausziehen zu können, den Apparat vorsichtig um, lasse die feuerfeste Erde herausfallen, fasse den Knochen und lege ihn auf ein Blatt Papier. Der Knochen muß dann sehr weiß seyn; wäre er schwarz oder auch nur grau, so würde dies ein Zeichen seyn, daß er nicht genug geglüht worden.

Da der Knochen, wenn er aus dem Apparat kommt, Risse hat, so ist er leicht aus einander zu brechen, und in der Mitte findet sich dann der Schwerspath, der eine gewisse Consistenz angenommen hat. Man trennt ihn vom Knochen und legt ihn auf einen Teller oder eine Pappschachtel. Er hat eine schwach gelbliche Schwefelfarbe, und ist, wenn er dem Lichte, selbst dem zerstreuten, ausgesetzt worden, sehr phosphorescirend. Wollte man ihn noch leuchtender haben, so würde man ihn noch ein oder zwei Mal auf die eben beschriebene Weise in neuen Knochen zu glühen haben. Durch ein drei Mal wiederholtes Glühen hatte der Schwerspath eine solche Leuchtkraft erlangt, daß er das Zimmer erhellte. Er behielt diese Phosphorescenz ziemlich lange, denn er war, obwohl in geschwächtem Grade, noch 48 Stunden nach seiner Aussetzung an das Licht leuchtend. Diese phosphorescirende Eigenschaft verliert er nur sehr langsam; noch nach drei Jahren, war er offenbar empfindlich für das Licht.

Als Hr. Daguerre einen Teller voll dieses phosphorescirenden Pulvers, auf welchem ein Stückchen blaues Glas *ruhte*, dem Sonnenschein auf einige Augenblicke aussetzte, machte derselbe eine sonderbare Beobachtung. Der Theil des Pulvers nämlich, welchen die Scheibe be-

deckt hatte, leuchtete beträchtlich stärker im Dunkeln, als der andere, zu welchem das Licht ungehindert, ohne Schwächung und ohne Färbung gelangt war.

Es wäre interessant, sagt Hr. Arago, diesen Versuch zu wiederholen, in der Art, daß man das blaue Glas nicht mehr das Pulver *berühren*, sondern weit entfernt von demselben liefse. Es würde auch gut seyn, um jede Wärmewirkung zu vermeiden, mit dem zerstreuten Lichte der Atmosphäre zu operiren. — Wenn unter diesen neuen Umständen das Resultat sich gleich bliebe, so würde daraus folgen, daß es unter den verschiedenen Strahlen, welche das weiße Sonnenlicht zusammensetzen, einige giebt (und zu diesen müßten mehre der von jenem blauen Glase aufgefangenen gezählt werden), welche, wenn sie mit andern Strahlen gemengt sind, nicht nur die Phosphorescenz nicht erregen, sondern sogar ein Hinderniß für deren Entfaltung sind <sup>1)</sup>).

Das Schwerspathpulver zeigt eine andere Eigenschaft, die aller Wahrscheinlichkeit nach nicht von Phosphorescenz durch Bestrahlung, sondern von Phosphorescenz durch Erwärmung abgeleitet werden muß. Als nämlich Hr. Daguerre einst im Dunkeln auf der *flachen Hand* einen Teller mit dem Pulver forttrug, sah er seine Finger gleichsam leuchtend, und den Teller, wie das Pulver gleichsam durchsichtig geworden. Das Licht, welches seine Finger abzeichnete, und aus ihnen hervorkommen schien, übertraf das, mit welchem das Pulver erglänzte, wenn man den Teller auf eine heiße Pfanne setzte.

1) Der Versuch braucht nicht erst gemacht zu werden. Schon vor länger als einem Vierteljahrhundert hat der verewigte Seebeck beobachtet, daß Leuchtsteine unter einem gelbrothen Glase nicht nur nicht leuchtend werden, sondern auch wenn sie es schon waren, erlöschen, *so schnell wie eine in Wasser getauchte Kohle*, sobald das durch ein solches Glas gegangenes Sonnenlicht mit einer Linse concentrirt wurde. S. Göthe's Farbenlehre, 1810, Bd. II S. 703. P.

Nach dieser Mittheilung des Hrn. Arago fügte Hr. Biot noch Folgendes hinzu:

Hr. Daguerre übergab mir ein Stück jenes blauen Glases, mit welchem er die so eben von Hrn. Arago berichtete, sonderbare Erscheinung beobachtet hat. Wie bei jedem anderen gefärbten Glase, ist dessen Farbe nicht einfach. Es ist nur die Resultante aus der Summe der einfachen Strahlen, die das Licht durchläßt. Um die Elemente dieser Summe für den von mir beabsichtigten Zweck mit genügender Annäherung zu finden, brach ich das Licht einer Kerzenflamme durch ein Flintglas-Prisma von  $60^\circ$ , und stellte in die Bahn des zu meinem Auge gelangenden Spectrums das blaue Glas des Hrn. Daguerre. Beim Studium des durchgelassenen Theils bemerkte ich zuvörderst zwei recht deutliche rothe Bilder der Flamme, getrennt durch einen schwarzen Zwischenraum. Die beiden äußeren rothen Bilder waren also durchgelassen und das mittlere Roth absorbirt. Ueberdies schien das brechbarere Roth auch scharf geschieden von dem anstoßenden Gelb, obgleich nicht getrennt durch einen merklichen Zwischenraum, so daß das Orange, welches einen sehr kleinen Raum einnimmt, gänzlich absorbirt seyn konnte, gleich wie ein sehr kleines Stück des wenigst brechbaren Gelb. Vom Gelb ab gingen alle übrigen Farben sehr reichlich durch, und der Rest des Gelb war sehr bedeutend, wie das Grün.

Ich fand diesen reichlichen Durchgang des Gelb bestätigt, als ich durch dasselbe Prisma das Licht der Flamme brach, welche ein Häufchen, mit Alkohol benetzten Kochsalzes gab. Dieses Licht ist, wie Hr. Talbot entdeckt hat, bei rechter Handhabung des Alkohols, fast einfaches Gelb, dem jedoch immer Grün, Blau und Violett, doch in sehr geringer Menge, beigemischt ist. Das Gesammtlicht dieser Flamme entweder geradezu oder nach prismatischer Zerstreuung, durch das blaue Glas des Hrn. Daguerre betrachtet, geht nun sehr reichlich durch.

Endlich bestätigte ich diese Resultate noch durch weißes Wolkenlicht, welches durch eine enge Spalte in ein verfinstertes Zimmer geleitet worden; allein die schlechte Jahreszeit machte diese Probe weniger bequem als die vorher genannten, die überdies für sich zu einer ungefähren Berechnung hinreichen.

Um die von dem Glase durchgelassene resultirende Farbe numerisch zu bestimmen, setzte ich voraus, dieselbe enthalte alle Elemente des weißen Lichts, weniger ein Drittel des Roth, das ganze Orange und ein Fünftel des Gelb, und berechnete die Farbe, welche die durchgelassenen Elemente geben mußten, nach den Formeln in meinem *Traité de physique*, T. III p. 451, und in den *Mémoires de l'académie*, T. II p. 67 et T. XIII p. 59. Die von Newton gegebene experimentelle Regel, auf welcher diese Formeln beruhen, stützt sich auf die innersten Eigenschaften des Lichts, und die Richtigkeit ihrer Anwendung ist gegenwärtig durch so vielseitige und zarte Proben bescheinigt, daß sie, glaube ich, keinen Zweifel unterliegen kann. Hier ergeben sich nun die veränderlichen Werthe von  $U$  und  $A$ , die aus denselben hervorgehen, und die Charaktere der resultirenden *sichtbaren* (*sensible*) Farbe ausdrücken, folgendermaßen:

$$U=257^{\circ} 52' 32'' ; A=0,292783 ; 1-A=0,707017.$$

Der Werth von  $U$  zeigt für die resultirende Farbe ein Blau an, das der Gränze des Blau und Indigo nahe liegt. Der Werth von  $A$  sagt, daß diese Farbe, für *das Auge*, derjenigen gleich komme, die aus directer Mischung von 29 Theilen dieses reinen Blau, genommen aus dem Licht des Spectrums, und 71 Theilen Weiß entstehen würde. Dieß muß in der That ein sehr schönes Blau geben, wie es auch das ist, was das Auge gewahrt, wenn es durch das Glas das weiße Wolkenlicht betrachtet. Die Wahrnehmung dieses Blau ist also nur ein resultirender Effect, erzeugt im Auge durch die Ge-

sammtheit der vom Glase durchgelassenen Strahlen, unter welchen die rein blauen mit vielen anderen gemischt enthalten sind.

---

## VI. Ueber die blaue Sonne; von Hrn. Babinet.

(Compt. rend. T. VIII p. 306.)

---

Bei Gelegenheit der Mittheilung des Hrn. Forbes über die durch Wasserdampf roth scheinende Sonne <sup>1)</sup> erlaube man mir zu bemerken, dafs ich bei meinem Studium der optisch-meteorologischen Erscheinungen keinesweges jene so merkwürdigen falben (*plate*) Farben vernachlässigt habe, welche Mond und Sonne zuweilen ohne Ringe annehmen. Die Erscheinung der rothen Sonne kann einem Mangel an Durchsichtigkeit der Luft, in Folge von Dünsten oder irgend einer anderen Ursache zugeschrieben werden; denn da die Wellenlänge beim Roth weit gröfser ist als beim Blau und Violett, so erlöschen (*périt*) diese zuerst, und die Hindernisse des Durchgangs sind bei ihnen vergleichungsweise weit gröfser als beim Roth. Es verhält sich damit genau so wie bei der sehr schiefen (*très rasante*) Reflexion am blofs matten Glase, welche immer mit Roth anfängt. (Weshalb es mir auch sehr zweifelhaft scheint, dafs die rothbraune Farbe des Rauchtropases von einem Farbstoff herrührt, und nicht von einem Ausschlufs der unteren Farben des Spectrums, erzeugt durch einen Mangel an Durchsichtigkeit der fremden Substanz.)

Eine weit seltenere und seltsamere Erscheinung als die rothe Sonne, ist die *blaue*. Die Sonnenscheibe hat dann eine gut blaue, obwohl mit Weifs gemischte Farbe. Die wissenschaftlichen Werke berichten einige Fälle der

1) S. 349 dieses Bandes.

Art <sup>1)</sup>), und ich selbst habe zwei derselben beobachtet. Offenbar muß sich die gelbe Farbe, obwohl wegen ihrer Analogie mit dem Weiß weit minder merkwürdig, eben so oft darbieten, während das Violett, wegen seiner Schwierigkeit, unvollkommen durchsichtige Mittel zu durchdringen, oft fehlen muß. Ich leite diese Farben ab von der Interferenz derjenigen Strahlen, die durch Dunstbläschen gegangen sind, mit denen, die bloß Luft durchdrungen haben. Die Erscheinung setzt nur voraus, daß der durchdrungene Theil jedes Bläschens nicht zu dick sey; dieß ist leicht a priori angenommen. Sie ist durchaus von gleicher Art mit der, welche Hr. Arago in stufenweise abgetrennten (*déchirées par échelons*) Glimmer- oder Gypsblättchen beobachtet hat, wo zwei benachbarte Strahlen, die verschiedene Dicken vom Glimmer oder Gyps durchlaufen haben, interferiren und Farben geben. (Ein Versuch, der, beiläufig gesagt, uns zwei Mal im letzten Jahre von England wieder zugeführt worden.) <sup>2)</sup>). Es sind nichts als die bekannten Erscheinungen der *gemischten Platten* oder *gemischten Blättchen* von Young.

Um also die blaue, rothe, gelbe und selbst violette Sonne nachzuahmen, nahm ich (*société philomatique*, 1827) zwei ebene Glasscheiben, getrennt durch eine gemischte Schicht von Wasser und Luft, Oel und Luft, oder Oel und Wasser. Als ich die Gläser einander gehörig näherte, gab ich einer dadurch betrachteten Kerzenflamme nach Belieben eine rothe, blaue oder violette Farbe. Das durch Reflexion an Wasser geschwächte Sonnenbild nimmt dieselben Farben an; allein noch besser und bei directem Hinsehen zeigt sie der Mond. Es scheint mir demnach, daß der Erklärung und Nachahmung der meteorologischen Erscheinung nichts hinzuzufügen bleibe.

1) Z. B. Annalen, Bd. XXIII S. 443.

P.

2) Vermuthlich Brewster's Notiz. — S. 481 dieses Bandes. P.

Allein um die Farben *gemischter Blättchen* nicht zu verlassen, ohne nicht noch einige andere Eigenthümlichkeiten, als ihre sehr gleichförmigen Farben zu erwähnen, muß ich noch sagen, daß man rings um die Kerzenflamme das Feld der beiden Gläser mit einer schwächeren Farbe, *complementar* zu der der Flamme, erscheinen sieht, ein Umstand, dessen Ursache Young nicht recht einsah, und ich auch vernachlässigt habe zu untersuchen. Ich muß auch bemerken, daß die Farben von den gewöhnlichen der dünnen Blättchen darin abweichen, daß letztere sowohl in den *durchgelassenen* als in den *reflectirten* Ringen, bei schiefen Incidenzen, nach der Einfallsebene polarisirt sind, wie Hr. Arago in den *Mémoires d'Arcueil* gezeigt, während die Farben gemischter Blättchen, bei schiefem Durchgang, theilweise polarisirt sind, *wie durch Transmission*, d. h. senkrecht gegen die Ebenen des Einfalls, der Zurückwerfung und des Durchgangs, die hier zusammenfallen. Endlich bemerke ich, daß wenn die beiden Glasplatten auf einander gelegt sind, man leicht dahin gelangt, den gemischten Blättchen die gehörige Dicke zu geben, wenn man die beiden Gläser, mit Hülfe eines mäßigen Drucks und etwas Wärme, auf einander herumdreht.

*Nachschrift.* Ich füge noch hinzu, daß die Farben *gemischter Blättchen* nicht, wie die gewöhnlichen Farbenringe, aus dem Abstände des deutlichen Sehens angeschaut zu werden brauchen; — daß, da im Allgemeinen die beiden interferirenden Strahlen nicht von gleicher Intensität sind, keine Farbe vollständig zerstört wird, d. h. alle Farben mehr oder weniger mit Weiß gemischt sind; endlich daß bei den reflectirten Ringen der gemischten Blättchen die Mitte *weiß* ist, dem entgegen, was man, wegen bekannten Verlustes einer halben Welle, bei den gewöhnlichen Ringen beobachtet.

---

VII. *Ueber ein neues Heber-Barometer;  
vom Mechanikus M. Meyerstein in Göttingen.*

Die Aufgabe, den Höhen-Unterschied der beiden Quecksilber-Oberflächen mit möglichster Genauigkeit zu messen, glaube ich durch folgende Einrichtung gelöst zu haben.

Die Beugung der Röhre ist so, daß der kurze Schenkel *A* mit dem langen *B* in eine gerade Linie fällt. Auf den unteren Schenkel sowohl als auf den oberen ist mit dem Diamant ein Strich gezogen, und der Abstand beider Striche mikroskopisch gemessen. (Bei meinem Barometer beträgt die Differenz 650<sup>mm</sup>.) Auf einem jeden dieser Schenkel läßt sich ein Messingrohr von 100<sup>mm</sup> Länge verschieben, welches nach vorn durchschlitzt und facettirt ist. Taf. V Fig. 3 *a* und *b*. Die Facette dieser Messingröhre ist in halbe Millimeter, und zwar *à bout* getheilt. Der Gebrauch des Instrumentes ist nun wohl einleuchtend. Sobald nämlich das Barometer vertical hängt, schiebt man die Röhre *a* auf den langen Schenkel, so daß der höchste Punkt der Quecksilberfläche in derselben Ebene liegt, welche durch den vorderen Rand der Messingröhre nach derselben gelegt werden kann. — Ein Gleiches findet mit der unteren Röhre *b* statt. Man braucht jetzt nur nachzusehen, welcher Strich der Theilung auf der Messingröhre mit dem auf beiden Schenkeln der Glasröhre gezogenen am nächsten zusammenfällt, alsdann findet sich der wahre Abstand beider Oberflächen, indem man diese Theile zu der gegebenen Länge (650<sup>mm</sup>) addirt oder davon abzieht.

Um dieses Instrument für Reisen einzurichten, fand ich nichts weiter nöthig, als einen Verschluss anzubringen, der auch bei verschiedenen Temperaturen zuverlässig



sig ist. Ich habe hierüber viele Versuche gemacht und der von nachstehender Beschreibung zeigte sich sehr zweckmäfsig.

Auf den kurzen Schenkel, Taf. V Fig. 4 ist eine Stahlhülse *c* gekittet, welche bis zur Hälfte mit Schraubenhängen versehen ist. Hierüber schraubt sich eine zweite Hülse *D*. Im Innern von *D* ist ein beweglicher Boden *d*, welcher mittelst der zwei Schrauben *mm* in den länglichen Löchern *n* (wie Fig. 3 zeigt), seine Führung hat. Zwischen dem Deckel der Hülse *D* und dem beweglichen Boden *d* ist eine Spirale. Will man nun das Barometer verschließen, so läßt man, wie gewöhnlich, das Quecksilber gegen die obere Kuppe des Rohres treten, und schiebt, nachdem man die Hülse *D* abgeschraubt hat, den Embolus in den kurzen Schenkel bis er gegen die Quecksilberfläche drückt. Die Embolusstange muß nun so lang seyn, daß wenn die Hülse *D* wieder auf *C* geschraubt wird, diese den Boden *d* berührt. Schraubt man nun *D* noch tiefer, so wird *d* hinaufgetrieben und die Spirale erhält eine Spannung. Es hängt demnach von der Stärke der Feder ab, um den Embolus herabsteigen oder hinaufsteigen zu lassen, sobald die Temperatur des Quecksilbers sich ändert.

Ich habe dieses Barometer mit einem so zierlichen Kasten, wie nur möglich war, damit der Transport dem Reisenden Bequemlichkeit gewährt, versehen und im Innern des Kastens eine Glashülse, mit Quecksilber gefüllt, befestigt, in welche ein Thermometer taucht, um die Temperatur des Quecksilbers zu kennen, welche von der des Quecksilbers in der Barometerröhre wohl nicht verschieden ist.

Göttingen, im März 1839.

---

### VIII. *Ueber die Berechnung der Resultate eudiometrischer Analysen.*

**G**emenge von Gasen, unter denen brennbare, namentlich kohlen- und wasserstoffhaltige, enthalten sind, pflegt man gewöhnlich auf die Weise zu analysiren, daß man ein gemessenes Volum derselben zunächst durch Kali von seinem etwanigen Kohlensäuregehalt befreit, dann mit einem Ueberschuß von Sauerstoff verpufft, das Verschwundene als gebildeten und verdichteten Wasserdampf ansieht, hierauf die erzeugte Kohlensäure durch Kali entfernt, und nun den rückständigen Sauerstoff entweder mit Phosphor behandelt oder mit Wasserstoff verpufft. Was dann allein, oder mit dem überschüssigen Wasserstoff gemengt, zurückbleibt, ist Stickgas, welches, vereint mit der vor den beiden Verpuffungen absorbirten Kohlensäure, vom Gasgemenge abgezogen, das Gesamtvolum der brennbaren Gase giebt.

Zur Bestimmung der Bestandtheile des brennbaren Gasgemenges hat man dann, wenn die nöthigen Messungen gemacht sind, folgende vier Data:

$m$	=	das Gesamtvolum der brennbaren Gase
$s$	=	- des verzehrten Sauerstoffs
$k$	=	- der erzeugten Kohlensäure
$w$	=	- des gebildeten Wasserdampfs.

Wenn man sich darauf beschränken wollte, den Gehalt an Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in dem brennbaren Theil des Gasgemenges zu ermitteln, so würden offenbar diese Data vollkommen dazu ausreichen. Denn aus dem Volum der Kohlensäure und des Wasserdampfs ließe sich das Gewicht derselben berechnen, und aus diesem wiederum das Gewicht des darin enthaltenen Kohlen-, Wasser- und Sauerstoffs. Zöge man dann

von letzterem noch das Gewicht des verzehrten Sauerstoffs ab, so wäre die Aufgabe gelöst. Die Bestimmung käme im Grunde ganz auf eine gewöhnliche organische Analyse zurück, und würde auch wohl experimentell am sichersten auf dieselbe Weise wie diese auszuführen seyn.

Allein in der Regel verlangt man bei einer eudiometrischen Analyse zu wissen, was für Gase und welche Volume von ihnen in dem brennbaren Theile des Gemenges enthalten sind. Durch diese Forderung fällt die Aufgabe ganz in die Kategorie derjenigen, welche wir anderswo unter dem Namen der *indirecten Analyse* erläutert haben.

Auf dem ersten Blick könnte es scheinen, als sey diese Aufgabe mit Hülfe jener vier Data unter allen Umständen mit voller Sicherheit zu lösen. Denn nennt man  $a, b, c, d \dots$  die unbekannten Volume der Gase;  $\alpha, \beta, \gamma, \delta \dots$  das, was respective Ein Volum von jedem an Sauerstoff verzehrt;  $\alpha', \beta', \gamma', \delta' \dots$  die von Einem Volum eines jeden erzeugte Kohlensäure; und  $\alpha'', \beta'', \gamma'', \delta'' \dots$  den von Einem Volum eines jeden erzeugten Wasserdampf, so kann man offenbar die vier Gleichungen bilden:

$$\begin{array}{lcl} a+b+c+d+\dots & =m \\ \alpha a+\beta b+\gamma c+\delta d+\dots & =s \\ \alpha' a+\beta' b+\gamma' c+\delta' d+\dots & =k \\ \alpha'' a+\beta'' b+\gamma'' c+\delta'' d+\dots & =w \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \dots (A)$$

Kennt man die *Natur* der Gase, von welcher die Größen  $\alpha, \beta \dots, \alpha', \beta' \dots, \alpha'', \beta'' \dots$  abhängen, und ist die Anzahl der Gase nicht größer als *vier*, so ist freilich gewiß, daß man die *Volume* derselben durch die vorstehenden Gleichungen immer genau bestimmen kann. Allein in der Regel weiß man nicht oder doch nicht zuverlässig, mit was für Gasen man es zu thun habe, sondern will, mit der *Quantität*, die *Qualität* der Gase durch die eudiometrische Analyse erst ermitteln. Das kann aber durch diese Analyse allein auf eine *rationelle*

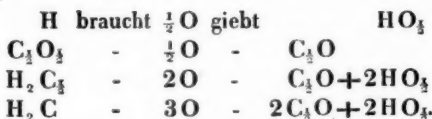
Weise nicht geschehen. Das Einzige, was sich thun läßt, wenn man nicht auf andere Weise die Natur der Gase ermitteln kann, besteht darin: daß man *probirt*, daß man nach Wahrscheinlichkeit diese oder jene Gase in dem Gemenge voraussetzt, die denselben entsprechenden Werthe der Größen  $\alpha, \beta \dots, \alpha', \beta' \dots, \alpha'', \beta'' \dots$  in den Gleichungen (*A*) substituirt, und darnach die Werthe von  $a, b, c, d$  berechnet. Fände man *negative* Werthe für die eine oder andere dieser Größen, so wäre allerdings damit sogleich die Unrichtigkeit der gemachten Voraussetzung dargethan; allein, wenn man auch lauter *positive* Werthe erhielte, wäre dieß für sich allein noch kein *Beweis*, daß man die Gase richtig errathen hätte; denn es könnte sehr wohl seyn, daß eine andere Voraussetzung ebenfalls positive Werthe lieferte, und dann würde unentschieden bleiben, welche der beiden Annahmen der Wahrheit entspräche.

In der Praxis freilich hat man für gewöhnlich nur unter einer kleinen Zahl von Gasen zu wählen, und daher möchte wohl nur selten ein solcher zweifelhafter Fall vorkommen, sobald die Analyse ganz genaue Resultate lieferte; allein gerade diese Gattung von Analysen ist bedeutenden Fehlern ausgesetzt, und deshalb dürfte es immer rathsam seyn, sich zu versichern, daß nicht mehr als Eine Combination von möglicherweise vorhandenen Gasen lauter positive Werthe für  $a, b, c, d$  gäbe. Besonders leicht könnte, bei aller Genauigkeit der Analyse, das Resultat zweifelhaft werden, wenn man die Größen  $m, s, k, w$  nicht sämmtlich, sondern z. B. nur *drei* von ihnen, bestimmt hätte, weil man andererseits wufte, daß in dem Gemenge nur *drei* Gase enthalten seyn konnten.

Einige Beispiele mögen dieß erläutern. Die Gase, mit denen man es meistens zu thun hat, sind: Wasserstoff ( $H$ ), Kohlenoxyd ( $C_2O_4$ ), Sumpfgas ( $H_2C_4$ ) und ölbildendes Gas ( $H_2C$ ); sie geben bei der Verbrennung Kohlensäure ( $C_4O$ ) und Wasserdampf ( $HO_4$ ).

Aus-

Ausgedrückt in diesen Symbolen, die respective Ein Volum der betreffenden Gase und die Volume der darin enthaltenen Bestandtheile vorstellen, hat man dann Folgendes:



Bezeichnet man die unbekannten Volume der vier brennbaren Gase wie zuvor respective durch  $a, b, c, d$ , so gehen die allgemeinen Gleichungen (A) in folgende über:

$$\left. \begin{aligned} a + b + c + d &= m \\ \frac{1}{2}a + \frac{1}{2}b + 2c + 3d &= s \\ b + c + 2d &= k \\ a + 2c + 2d &= w \end{aligned} \right\} (B) \dots 1)$$

Und daraus ergeben sich:

$$a = +2m + 4s - 4k - 3w \dots \dots \dots (1)$$

$$b = -2s + 2k + w \dots \dots \dots (2)$$

$$c = -2m - 6s + 5k + 5w \dots \dots \dots (3)$$

$$d = +m + 4s - 3k - 3w \dots \dots \dots (4)$$

Ist z. B.

$$m=11; s=20; k=13; w=16,$$

so ergibt sich:

$$a=2; b=2; c=3; d=4.$$

Wenn vier brennbare Gase vorhanden sind, so findet zwischen  $m, s, k, w$  keine Relation statt; sind aber der Gase nur drei da, fehlt z. B. das *ölbildende Gas*, so ist  $d=0$ , d. h.:

$$m + 4s - 3k - 3w = 0 \dots \dots \dots (5)$$

- 1) Für andere als die eben gewählten Gase würden natürlich die Coefficienten von  $a, b, c, d$  auch andere Werthe bekommen. Wäre z. B. *Sauerstoff* darunter, was in Folge einer Beimengung von atmosphärischer Luft gar leicht der Fall seyn könnte, und würde sein unbekanntes Volum mit  $a$  bezeichnet, so müßte  $\alpha = -1$ ;  $\alpha' = 0$ ,  $\alpha'' = 0$  genommen werden.

und diese Gleichung drückt die Relation aus, welche dann zwischen  $m, s, k, w$  stattfinden muß.

In diesem Fall, wenn nämlich das *ölbildende Gas* fehlt, kann mittelst Gleichung (5) eine der Größen  $m, s, k, w$  aus den Gleichungen (1. 2. 3) eliminirt werden. Geschieht diese Elimination mit  $w$ , d. h. dem Volum des erzeugten Wasserdampfs, so hat man:

$$a = m - k \dots \dots \dots (6)$$

$$b = k - \frac{1}{3}(2s - m) \dots \dots \dots (7)$$

$$c = +\frac{1}{3}(2s - m) \dots \dots \dots (8)$$

Gleichungen, welche die gesuchten Größen bloß durch das Gesamtvolum  $m$  der Gase, durch den verbrauchten Sauerstoff  $s$  und die erzeugte Kohlensäure  $k$  ausdrücken, also anwendbar sind, wenn  $w$  nicht experimentell bestimmt worden wäre <sup>1)</sup>.

Hätte man in demselben Fall, der Abwesenheit des *ölbildenden Gases* nämlich, den Sauerstoffverbrauch  $s$  nicht bestimmt, so würde man mittelst der Gleichung (5) aus den Gleichungen (1. 2. 3) die Größe  $s$  zu eliminiren haben, und sonach erhalten:

$$a = m - k$$

$$b = \frac{1}{2}k + \frac{1}{2}(m - w)$$

$$c = \frac{1}{2}k - \frac{1}{2}(m - w)$$

- 1) Im Allgemeinen genommen; wüßte man bestimmt, daß man es nur mit drei Gasen zu thun hätte, so brauchte man auch von vorn herein nur *drei* der Gleichungen (A) zu bilden. Hätte man indeß die Größen  $m, s, k, w$  alle vier experimentell bestimmt, und wünschte die alsdann nothwendig zwischen denselben stattfindende Relation kennen zu lernen, so würde man dahin gelangen, wenn man noch ein *viertes Gas*, ein ganz *willkürliches* und selbst *gingirtes*, in dem Gemenge annähme; so daß, wenn man dessen Volum mit  $d$  bezeichnete, die Coefficienten  $\delta, \delta', \delta''$  ganz beliebige Werthe haben könnten. Man würde dann vier Gleichungen erhalten. Entwickelte man nun daraus die Werthe von  $a, b, c, d$  und setzte  $d=0$ , so würde man dadurch die Bedingungsgleichung zwischen  $m, s, k, w$  bekommen, welche entweder zur Controle der Analyse, oder zur Elimination irgend einer der Größen  $m, s, k, w$  aus den Ausdrücken für  $a, b, c$  dienen könnte.

Fehlte das *Sumpfgas*, so wäre  $c=0$  oder:

$$-2m - 6s + 5k + 5w = 0 \dots\dots (9)$$

und wenn man mittelst dieser Bedingungsgleichung die Gröſſe  $w$  eliminirte, hätte man:

$$a = m - k + \frac{1}{3}(2s - m) \dots\dots (10)$$

$$b = k - \frac{2}{3}(2s - m) \dots\dots (11)$$

$$d = +\frac{1}{3}(2s - m) \dots\dots (12)$$

Fehlte das *Kohlenoxydgas*, so fände man, durch Annullirung von (2) und Elimination von  $w$ :

$$a = 2m - 2s + 2k$$

$$c = -2m + 4s - 5k$$

$$d = m - 2s + 3k$$

Fehlte endlich das *Wasserstoffgas*, so ergäbe sich auf analogem Wege:

$$b = \frac{1}{3}(2m - 2s + 2k)$$

$$c = \frac{1}{3}(4m + 2s - 5k)$$

$$d = \frac{1}{3}(-3m + 3k).$$

Auf ähnliche Weise würde man, wenn zwei der vier Gase fehlten, die Volume der übrigen blofs durch zwei der Gröſſen  $m, s, k, w$  ausdrücken können.

Fehlten z. B. *Sumpfgas* und *ölbildendes Gas* zugleich, so würden sich die Gleichungen (3) und (4) annulliren, und wenn man damit die Gröſſen  $s$  und  $w$  aus den Gleichungen (1) und (2) eliminirte, bekäme man:

$$a = m - k$$

$$b = k.$$

Aus Vorstehendem erhellt, daſs man *drei* von den vier, als Beispiel gewählten Gasen, ganz füglich durch drei der Gröſſen  $m, s, k, w$ , z. B. blofs durch  $m, s, k$ , ihrem Volume nach bestimmen könnte, vorausgesetzt, daſs man wüſſte, was für drei jener vier Gase vorhanden wären. Wenn das nicht der Fall wäre, könnte eine übrigens vollkommen richtige Analyse zu ganz unrichtigen Resultaten führen.

Gesetzt man habe  $\omega$  oder den Wasserdampf nicht bestimmt, sondern nur die drei anderen Gröfsen, und zwar:

$$m=12; s=13,5; k=8.$$

Hiemit geben die Gleichungen (6) (7) (8):

Wasserstoff	$a=4$
Kohlenoxyd	$b=3$
Sumpfgas	$c=5.$

Dagegen erhält man aus den Gleichungen (10) (11) (12):

Wasserstoff	$a=7$
Kohlenoxyd	$b=2$
Oelbildendes Gas	$d=3.$

Beide Resultate genügen den Zahlenwerthen von  $m$ ,  $s$ ,  $k$ , geben für das Gesamtvolum der brennbaren Gase 12, für den verbrauchten Sauerstoff 13,5 und für die erzeugte Kohlensäure 8, wie man sich leicht durch eine Probe überzeugen kann. Es bleibt also ganz unentschieden, welches Resultat das richtige sey.

Hätte man auch den Wasserdampf  $\omega$  bestimmt, so würde die Zweifelhaftigkeit sogleich entschieden seyn; denn man würde gefunden haben

im ersten Fall  $\omega=14$ , im zweiten  $\omega=13$ .

Mit dem ersten dieser Werthe annullirt sich die Gleichung (5), mit dem zweiten die Gleichung (9). Die Annullirung der ersten Gleichung beweist aber die Abwesenheit des *ölbildenden Gases*, die der letzten die Abwesenheit des *Sumpfgases*. Wenn man also den gefundenen Werth von  $\omega$  successiv in die Gleichungen (5) und (9) setzte, so würde sich sogleich durch Annullirung der ersten oder zweiten zeigen, ob das erste oder zweite der blofs mit  $m$ ,  $s$ ,  $k$  gefundenen Resultate das richtige war.

Im vorstehenden Beispiel wurde die Zweifelhaftigkeit blofs durch die Kenntnifs von  $\omega$  gehoben. Man darf aber nicht glauben, dafs dies immer der Fall seyn werde. Selbst wenn man der Anwesenheit von nur drei



Gasen vollkommen sicher wäre, und die Gröfsen  $m$ ,  $s$ ,  $k$ ,  $w$  alle vier bestimmt hätte, was immer gut seyn möchte, würde man doch, *allgemein gesprochen*, durch das Resultat der Analyse allein keine absolute Gewissheit erhalten, dafs die vorausgesetzten Gase auch wirklich in dem zerlegten Gemenge vorhanden waren. *P.*

---

### IX. Ueber das Verhalten einiger Silbersalze im Wasserstoffgas.

(Aus einem Briefe des Prof. Wöhler an den Herausgeber.)

---

— Bei einigen Untersuchungen über die eigentliche Zusammensetzungsweise der Honigsteinsäure, machte ich die Beobachtung, dafs das Silbersalz dieser Säure, bei 100° der Einwirkung von reinem Wasserstoffgas ausgesetzt, seine weifse Farbe sehr rasch in eine schwarze umänderte, und nachher mit einer intensiv rothgelben Farbe in Wasser löslich war. Es wurde hierbei etwas Wasser gebildet, und das Salz erlitt einen Gewichtsverlust, der dem halben Sauerstoffgehalt des Oxyds entsprach. Die braune Auflösung des veränderten Salzes war stark sauer, und setzte nach kurzer Zeit einen Spiegel von metallischem Silber ab, indem sie sich entfärbte und hierauf das gewöhnliche farblose Silbersalz in der freien Säure aufgelöst enthielt.

Dieses Verhalten deutete mit grofser Wahrscheinlichkeit darauf hin, dafs bei der Einwirkung von Wasserstoffgas auf das Silberoxydsalz dieses zu einem Oxydulsalz reducirt worden sey, eine Vermuthung, die ich bei Untersuchung des Verhaltens noch anderer Silbersalze vollkommen bestätigt fand, und wodurch also die Existenz eines *Silberoxyduls*,  $= \text{Ag}$ , mit Bestimmtheit nachgewiesen worden ist. Die meisten Silbersalze, nament-

lich die mit organischen Säuren, scheinen sich ähnlich zu verhalten, und die Kenntniss dieses Umstandes könnte vielleicht auch in manchen Fällen bei Bestimmung des Wasserverlustes, den organische Substanzen in Verbindung mit Silberoxyd erleiden, in Betracht kommen.

Unter den übrigen Silbersalzen, die ich auf diese Weise näher untersucht habe, zeigte sich die Veränderung am deutlichsten beim *citronensauren* Silberoxyd. Bei 100° einem Strom von getrocknetem Wasserstoffgas ausgesetzt, wird es sehr rasch durch seine ganze Masse hindurch dunkelbraun. Die Wirkung fängt, wie auch beim honigsteinsäuren Salz, selbst schon bei gewöhnlicher Temperatur an. Es ist nun ein Gemenge von citronensaurem Oxydsalz und freier Citronensäure. Von 2 Atomgewichten Oxydsalz geht die Hälfte des Sauerstoffs vom Silberoxyd als Wasser weg, es bildet sich  $\text{Ag}^2\text{O}$ , welches mit der einen Hälfte der Säure verbunden bleibt, während die andere frei wird. Wasser zieht die freie Säure aus, und sobald diese größtentheils entfernt ist, fängt das Oxydsalz an sich mit tiefer Portweinfarbe in dem reinen Wasser aufzulösen. In trockenem Zustande ist dieses Salz ein schwarzbraunes Pulver. Beim Erhitzen zersetzt es sich unter viel schwächerer Verpuffung als das weiße Oxydsalz. Es hinterläßt dabei 76 Procent metallisches Silber, was die Menge ist, die nach der Formel  $\text{AgC}^+\text{H}^+\text{O}^+$  zurückbleiben muß.

Wird die rothe Auflösung des Oxydsalzes gekocht, so wird sie unter schwacher Gasentwicklung allmählig zersetzt, sie nimmt eine eigenthümliche, gelblichgrüne und blauschillernde Farbe an, setzt später metallisches Silber ab und wird farblos. In Ammoniak löst sich das braune Oxydsalz mit einer ebenfalls sehr intensiven rothgelben Farbe auf. Beim Erhitzen erleidet die Auflösung eine ähnliche Zersetzung wie die vorhergehende. Zuweilen bekleiden sich dabei die Wände des Gefäßes mit einem glänzenden, fast vollkommen goldfarbenen, me-

tallischen Ueberzuge, der, wie fein vertheiltes Gold, mit schön grüner Farbe durchscheinend ist. Beim Erhitzen wird diese Substanz in weißes metallisches Silber verwandelt.

Aus der rothen Auflösung des Silberoxydulsalzes fällt Kali, unter Entfärbung derselben, ein vollkommen schwarzes, schweres Pulver. Man erhält es auch durch unmittelbare Zersetzung des trocknen Salzes mit Kalilösung. Es bleibt nach dem Trocknen schwarz, nimmt durch Druck vollkommen dunkeln Metallglanz an, und wird beim Erhitzen, unter Entwicklung von Sauerstoffgas, zu weißem Silber. Die bestimmte schwarze Farbe scheint dafür zu sprechen, daß es das reine Silberoxydul ist. Indessen ist es eigentlich nur die bestimmte schwarze Farbe, die dafür spricht; denn seinem Verhalten nach könnte es eben so gut ein in dem Abscheidungsmoment aus dem Oxydul entstandenes inniges Gemenge von Silberoxyd und metallischem Silber seyn. Mit Säuren zerfällt es sogleich in Metall und Oxydsalz; eben so mit Ammoniak. Von Chlorwasserstoffsäure wird es in eine braune Substanz verwandelt, die entweder das dem Oxydul proportionale Chlorür, oder ebenfalls nur ein Gemenge von Silber und gewöhnlichem Chlorsilber ist. Man erhält sie auch, als einen braunen, käsigen, sich rasch ansammelnden Niederschlag, durch Fällung der rothen Auflösung des citronensauren Oxydulsalzes mit Salzsäure. Durch Druck nimmt sie Metallglanz an. Bis zu der Temperatur erhitzt, wobei Chlorsilber schmilzt, sintert sie nur zusammen, wird gelb, und ist jedenfalls alsdann ein Gemenge von Silber mit gewöhnlichem Chlorsilber geworden. Mit Ammoniak, und selbst mit einer concentrirten Salmiaklösung, zerfällt das braune Chlorür sogleich in sich auflösendes Chlorsilber und in zurückbleibendes Metall.

*Oxalsaures Silberoxyd*, bei 100° der Einwirkung von Wasserstoffgas ausgesetzt, wird hell bräunlich gelb;

aber die Zersetzung scheint bei dieser Temperatur nur partiell zu bleiben. Bei  $140^{\circ}$  wurde es braun, gleich darauf aber entstand eine sehr heftige Explosion. *Bernsteinsaures Silberoxyd* wurde bei  $100^{\circ}$  in Wasserstoffgas citrongelb. Bei etwas höherer Temperatur sublimirte die Hälfte der Bernsteinsäure davon ab. Das so gebildete bernsteinsaure Silberoxydul ist in Wasser unlöslich. *Reines Silberoxyd* wird in Wasserstoffgas genau bei  $100^{\circ}$  zu Metall reducirt.

---

X. *Ueber die Schwärzung des salpetersauren Silberoxyds durch Licht.*

---

Auf der letzten Versammlung britischer Naturforscher, zu New-Castle, theilte Hr. Scanlan folgende Erfahrung mit. Er nahm zwei Stangen von ganz reinem gegossenem salpetersaurem Silberoxyd, so wie sie unmittelbar aus der Form gekommen waren, wickelte die eine in Papier, und brachte die andere, mittelst eines Glasstabes, in eine Glasröhre, die er darauf vor dem Löthrohr vorsichtig zuschmolz, so daß durchaus keine Berührung mit organischen Substanzen stattfand. Nach drei Tagen wickelte er die erste Stange aus dem Papier, und schloß sie ebenfalls hermetisch in eine Glasröhre. Darauf legte er beide Röhren im Sonnenschein. Die mit Papier in Berührung gewesene Stange schwärzte sich schon nach einer halben Stunde, die andere aber war noch nach sechs Wochen vollkommen weiß <sup>1)</sup>. Hieraus erhellt, daß salpetersaures Silberoxyd, bei ganzlichem Ausschluss organischer Substanzen (die immer, wie Schwefelwasserstoff zuweilen, in der Luft vorhanden sind) vom Licht nicht geschwärzt wird. (*Athenaeum*, No. 565 p. 597.)

1) Ich selbst sah sie bei Hrn. Scanlan.

XI. *Ueber Phosphorwasserstoff;*  
*von Heinrich Rose.*

Leverrier <sup>1)</sup> hat vor einigen Jahren mehrere Versuche über die beiden Modificationen des Phosphorwasserstoffgases, des selbstentzündlichen und des nicht selbstentzündlichen, bekannt gemacht, durch welche er zu zeigen gesucht hat, daß das selbstentzündliche Gas mit einer geringen Menge eines Phosphorwasserstoffgases gemengt sey, das, weniger Wasserstoff enthaltend, aus einem Atom Phosphor und zwei Atomen Wasserstoff besteht. Dieses Gas, von welchem das gewöhnliche selbstentzündliche Gas ungefähr  $\frac{1}{13}$  seines Volumens enthalten soll, hat er weder isolirt dargestellt, noch seine Zusammensetzung durch Versuche bestimmt; er nimmt indessen an, daß es an der Luft sich von selbst entzünde, und daß die Selbstentzündlichkeit des gewöhnlichen Gases durch die Gegenwart dieser hypothetischen Gasart bedingt würde. Durch den Einfluß des Lichtes wird nach ihm dieses Gas in festes Phosphorhydrür (aus einem Atom Phosphor und einem Atom Wasserstoff bestehend) und in gewöhnliches Phosphorwasserstoffgas zersetzt. Die einzigen Versuche, welche ihn zur Annahme dieser hypothetischen Substanz berechtigen, sind die, daß er bei der Analyse des gewöhnlichen selbstentzündlichen Gases eine sehr geringe Menge Phosphor mehr erhalten hat, als die Zusammensetzung, aus der Formel  $P+3H$  berechnet, angiebt.

Leverrier scheint bei der Ausarbeitung seiner Abhandlung und bei Aufstellung seiner, durch fast keine Versuche unterstützten, gewagten Hypothesen ganz unbekannt mit den mannigfaltigen Versuchen gewesen zu

1) *Annales de chimie et de physique*, T. LX p. 174.

seyn, die vor ihm mehrere Chemiker angestellt haben, um die Ursach der Selbstentzündlichkeit des Phosphorwasserstoffgases aufzufinden. Namentlich scheint er die interessante Arbeit von Graham <sup>1)</sup> nicht gekannt zu haben, welche längere Zeit vor der seinigen erschienen ist. Auch hinsichtlich des festen Phosphorhydrürs, scheint Hrn. Leverrier die Untersuchung des Hrn. Magnus <sup>2)</sup> unbekannt gewesen zu seyn, der dasselbe durch Zersetzung des Phosphorkaliums mittelst Wasser dargestellt hat.

Bei den mannigfaltigen Untersuchungen, welche ich mit dem selbstentzündlichen Gase anstellte, leitete ich dasselbe, um es von beigemengten Phosphordämpfen zu reinigen, und um es zugleich vollständig zu trocknen, zuerst durch eine tubulirte Vorlage, die Chlorcalcium enthielt, und darauf durch eine 4 bis 5 Fufs lange Röhre, die ebenfalls mit Chlorcalcium angefüllt war <sup>3)</sup>. Wenn nur eine geringe Hitze bei der Bereitung des Gases angewandt wurde, so setzten sich die Phosphordämpfe, welche dem Gase und den Wasserdämpfen folgen, nur, wie ich diess schon früher bemerkte <sup>4)</sup>, auf das Chlorcalcium der Vorlage, und auf die Chlorcalciumstücke in dem vorderen Ende der Röhre ab, nie aber auf die Stücke in dem Theil der Röhre, welcher von dem Entwicklungsgefäße am entferntesten war. Das auf diese Weise getrocknete Gas war vollkommen frei von Phosphordämpfen, und konnte, wenn durch vorsichtige Entwicklung des Gases keine Detonation in der Röhre

1) *Philosoph. Magazine*, T. V p. 401.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. XVII S. 527.

3) Die Vorsichtsmafsregeln, welche man bei Bereitung des Phosphorwasserstoffgases aus Kalilösung und Phosphor anzuwenden hat, besonders wenn man dasselbe durch zusammengesetzte Apparate leiten will, habe ich in diesen Annalen, Bd. XXXII S. 470, beschrieben.

4) Poggendorff's Annalen, Bd. XXIV S. 123.

stattgefunden hatte, im Dunkeln, im Tageslichte und im Sonnenlichte, so lange wie man wollte, aufbewahrt werden, ohne Phosphor oder Phosphorhydrür abzusetzen.

Nur mit einem auf diese Weise gereinigten Phosphorwasserstoffgase habe ich die Versuche angestellt, welche ich früher beschrieben habe. Es ist möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß der Phosphor, welcher sich auf die Chlorcalciumstücke der Vorlage und des vorderen Theils der Röhre absetzt, Wasserstoff enthalten kann, und Phosphorhydrür sey. Ich habe ihn nie darauf untersucht, weil man ihn in zu kleiner Menge erhält. Aber nie folgt dieser Phosphor dem Gase, wenn es auf die beschriebene Weise gereinigt wird.

Schon vor längerer Zeit nahm man an, daß das selbstentzündliche Gas durch's Stehen und besonders durch Einwirkung des Sonnenlichts einen Theil seines Phosphors verlöre, und sich in nicht selbstentzündliches Gas verwandele, von welchem man früher glaubte, daß es weniger Phosphor als das selbstentzündliche Gas enthielte. Ich habe indessen früher bei mehreren Gelegenheiten bemerkt, daß ein auf die oben angeführte Weise gereinigtes Gas nie Phosphor absetzt. Nach dem Erscheinen der Abhandlung von *Leverrier* indessen stellte ich darüber noch einige Versuche an. Ich entwickelte Phosphorwasserstoffgas durch Behandlung von Kalilösung mit Phosphor, so wie durch's Erhitzen der phosphorichten Säure. Beide Modificationen des Phosphorwasserstoffgases wurden auf dieselbe Weise durch Chlorcalcium getrocknet und gereinigt, und theils über Quecksilber, theils über ausgekochtem Wasser in mehreren Flaschen aus weißem Glase aufgefangen, die mit fest eingeriebenen Stöpseln und zur Sicherheit noch mit einem Kite vollkommen verschlossen wurden. Mehrere der Flaschen enthielten noch einen Theil der Flüssigkeit, über welcher das Gas aufgefangen worden war. Ein Theil der Flaschen wurde an einem dunkeln Orte

aufbewahrt, ein anderer Theil während zweier Jahre hinter einander dem Sonnenlichte ausgesetzt, sobald dieses intensiv einwirken konnte. Aber obgleich die Einwirkung des Lichtes bisweilen durch eine sehr starke Sommerhitze unterstützt wurde, die in den Mittagsstunden von einer weissen Wand auf die Flaschen reflectirt wurde, so blieb das Gas in allen Flaschen, sowohl wenn es über Quecksilber, als auch über Wasser stand, vollkommen unverändert, und dem gleich, das in Flaschen an einem dunkeln Orte aufbewahrt wurde. Nie hatte sich Phosphor ausgeschieden.

Diese Versuche widerlegen die Ansicht des Hrn. Leverrier, die übrigens ganz im Widerspruch mit den Versuchen steht, die ich vor längerer Zeit angestellt hatte. Es war mir geglückt das Phosphorwasserstoffgas mit einigen flüchtigen Chloriden, namentlich mit dem Titanchlorid, Zinnchlorid, Antimonsuperchlorid, Aluminiumchlorid und selbst mit dem Chlorwasserstoff zu verbinden. Das vermittelst Kochen von Kalilösung mit Phosphor bereitete Gas gab dieselben Verbindungen wie das durch Erhitzen der wasserhaltigen phosphorichten Säure erhaltene. Aus diesen Verbindungen konnte das Gas im selbstentzündlichen Zustande ausgetrieben werden, wenn sie mit Ammoniakflüssigkeit übergossen; im nicht von selbst an der Luft entzündlichen Zustande, wenn sie mit allen anderen wässrigen Flüssigkeiten übergossen wurden. Auf diese Weise konnte das aus der phosphorichten Säure entwickelte Gas selbstentzündlich, und das vermittelst Kochen von Phosphor und Kaliauflösung erhaltene nicht selbstentzündlich gemacht werden, was übrigens Graham auch auf andere Weise gelang.

---

*Jodwasserstoff-Phosphorwasserstoff.* — Als ich diesen Körper analysirte, stellte ich die Vermuthung auf,



dafs aus der analogen Zusammensetzung desselben mit der des Salniaks, und aus dem Grunde, dafs beide in Würfeln krystallisiren, ein Isomorphismus des Phosphorwasserstoffs und des Ammoniaks abgeleitet werden könnte, obgleich nur mit einer gewissen Unsicherheit, da die Krystallformen des regulären Krystallisationssystems von den verschiedenartigsten Körpern angenommen werden können <sup>1</sup>).

Als ich meine Versuche über das Phosphorwasserstoffgas im Anfange des Jahres 1832 bekannt machte, nahm ich an, dafs dasselbe aus  $\frac{1}{2}$  Vol. Phosphordampf und  $1\frac{1}{2}$  Vol. Wasserstoff, zu 1 Vol. condensirt, bestände, da allgemein die specifischen Gewichte der elementaren Gase und Dämpfe den Atomgewichten derselben proportional angenommen wurden. Kurze Zeit darauf indessen machte Dumas seine Wägungen des Phosphordampfs bekannt, aus denen sich ergab, dafs das, was man beim Phosphor einen Atom nennt,  $\frac{1}{2}$  Volum des Dampfes entspricht <sup>2</sup>). Nach dieser Zeit mußte man im Phosphorwasserstoff  $\frac{1}{4}$  Vol. Phosphordampf und  $1\frac{1}{2}$  Vol. Wasserstoffgas, beide zu 1 Vol. condensirt, annehmen, wenn man nicht die gewagte Ansicht aufstellen will, die sich übrigens durch nichts beweisen läfst, dafs der Phosphordampf im Phosphorwasserstoffgas noch einmal so leicht wäre, als im reinen Zustande.

Wenn indessen  $1\frac{1}{2}$  Vol. Wasserstoffgas im Phosphorwasserstoffgas mit  $\frac{1}{4}$  Vol. Phosphordampf, im Ammoniak hingegen mit  $\frac{1}{2}$  Vol. Stickstoffgas verbunden, und daher auch die Verdichtungsverhältnisse beider Gase nicht die nämlichen sind, so ist es nicht wahrscheinlich, dafs sie in ihren festen krystallisirbaren Verbindungen isomorph sind.

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXIV S. 156.

2) Ebendasselbst, Bd. XXV S. 396.

Man erhält gewöhnlich die Krystalle des Phosphorwasserstoff-Jodwasserstoffs von nicht bedeutender Gröfse, und deshalb hat man sie immer für Würfel gehalten. Ich hatte indessen vor länger als 8 Jahren eine Quantität dieses Körpers bereitet, und denselben in einer an beiden Enden zugeschmolzenen Glasröhre aufbewahrt. Ich hatte durch die Flamme einer Spirituslampe öfters den Körper von einer Stelle der Glasröhre zur andern getrieben, und an der einen möglichst concentrirt, darauf sehr lange Zeit stehen lassen. Durch locale Umstände begünstigt, hatten sich nach langer Zeit Krystalle des Körpers von ausgezeichneter Schönheit angesetzt, die vollkommen klar und durchsichtig waren, und einen starken Demantglanz hatten. Die Seiten der Krystalle hatten eine Länge von einer, indessen auch bei vielen von einigen Linien. Aber obgleich die grössten Krystalle nur durch das Glas betrachtet werden konnten, und kleinere, zu einer anderen Zeit dargestellte Krystalle, sich wegen ihrer Flüchtigkeit nicht zur Messung eigneten, so konnte man sich doch deutlich überzeugen, dafs sie keine Würfel bildeten. Nach den Untersuchungen meines Bruders sind die grofsen Krystalle Combinationen eines quadratischen Prisma mit der geraden Endfläche. Diefs ergiebt sich daraus, dafs an manchen Krystallen auch Abstumpfungsflächen der Endkanten und der Endecken, also die Flächen eines Quadratoctaëders erster und eines Quadratoctaëders zweiter Ordnung zu sehen sind. Die Abstumpfungen der Endkanten bilden auf den Abstumpfungen der Endecken parallele Kanten, daher diese letzteren die Flächen des ersten stumpferen Octaëders von dem Quadratoctaëder sind, welches die ersteren Flächen bildet.

Es ist bekannt, dafs wenn man Salmiakkrystalle durch Erkalten einer reinen heifsen concentrirten Auflösung bereiten will, man sie nie von bestimmbarer Form erhalten kann. Aber durch Sublimation kann man den Salmiak bisweilen in ausgezeichneten Würfeln erhalten, und

in der Natur besonders an noch brennenden Steinkohlenflötzen, kommt er in sehr deutlichen regulären Octaëdern oder vielmehr in Combinationen des Octaëders mit dem Leucitoëder vor. — Hieraus ergibt sich unzweideutig, daß Phosphorwasserstoff und Ammoniak in ihren Verbindungen nicht isomorph seyn können.

### III. Ueber die rothen Abänderungen des Gelbbleierz; von Gustav Rose.

Das Gelbbleierz von Retzbanya im Bannat zeichnet sich bekanntlich von den übrigen Abänderungen des Gelbbleierz, wie z. B. von denen von Bleiberg in Kärnthen, durch seine Farbe aus, die, während sie bei diesen gelblichgrau, wachsgelb bis höchstens honiggelb, bei jenen morgenroth, fast vollkommen wie die Farbe des Rothbleierz oder des chromsauren Bleioxydes ist. Dennoch stammen aber die Krystalle von Retzbanya in der Form mit denen von Bleiberg völlig überein; sie bilden zwar nur kleine, überaus dünne Tafeln, haben aber dabei sehr glänzende und glatte Flächen, so daß sich ihre Winkel, ungeachtet ihrer großen Dünne, mit Genauigkeit bestimmen lassen.

Diese Krystalle sind neuerdings der Gegenstand einiger chemischen Versuche von Johnston geworden, der sie in der Mineraliensammlung von Brooke in London sah, und wegen ihrer Farbe vermuthete, daß sie nicht sowohl molybdänsaures, sondern chromsaures Bleioxyd seyn möchten. Die Versuche, welche nur mit einer äußerst geringen Menge, noch nicht  $\frac{1}{3}$  Gran, angestellt sind, beschreibt er <sup>1)</sup> auf folgende Weise:

»Mit Borax geschmolzen (vor dem Löthrohr), gab

1) *London and Edinburgh philosophical magazine and Journal of science*, Vol. XII p. 387.

das Mineral in beiden Flammen eine schöne grüne Kugel, und mit Phosphorsalz eine Kugel, die in einer höheren Temperatur fast farblos war, bei der Abkühlung röthlichbraun wurde, und nachdem sie fest war, eine schöne grüne Farbe zeigte; ein größerer Zusatz machte das Glas trübe, schwärzte es aber nicht. Es löste sich ohne Rückstand in Salpeter- und Chlorwasserstoffsäure auf, gab mit der letzteren eine grünliche Auflösung, und nach der Abdampfung ein Gemenge von Chlorblei mit einer grünen Substanz (Chromchlorid?).« — Nach diesen Charakteren, meint Johnston, könne kein Zweifel darüber obwalten, daß die Krystalle von Retzbanya chromsaures Bleioxyd seyen, und er schließt nun aus ihrer, von der Form des Rothbleierztes verschiedenen, aber mit der des Gelbbleierztes übereinstimmenden Krystallform, daß das chromsaure Bleioxyd dimorph sey, und daß die beiden andern mit dem Gelbbleierze isomorphen Substanzen, das Scheelbleierz oder das wolframsaure Bleioxyd und der Tungstein oder die wolframsaure Kalkerde auch in der Form des Rothbleierztes oder des 2- und 1-gliedrigen chromsauren Bleioxyds erscheinen könnten.

Ich habe auf meiner Reise in Sibirien dergleichen rothe Krystalle von Gelbbleierz noch von einem andern Fundort beobachtet, der 5 Werste südlich von den Quellen der Nura in dem Lande der mittleren Kirgisenhorde liegt. Der Kaufmann Popoff in Semipalatinsk hatte hier auf Erze geschürft, die bei der kleinen Probe als sehr silberhaltig befunden waren, und auf welche er nun einen regelmäßigen Bau anzulegen beabsichtigte. Die Erze aus diesem Schurfe, die ich bei Hrn. Popoff sah und von ihm erhielt, bestehen in einem porösen Gemenge von Quarz und Weißbleierz, das größtentheils eine schwarze Färbung und Fettglanz hat; Bleiglanz kommt nur hier und da eingesprengt vor, an den Stellen aber, wo der Quarz feinporig ist und eine grünliche Farbe hat, finden sich die Poren mit diesen rothen Krystallen besetzt,

setzt, die, obgleich sie mikroskopisch klein sind, wegen der Glätte und des starken Glanzes ihrer Flächen sich mit dem Reflexionsgoniometer messen ließen. Ihre Form ist das Hauptoctaëder des Gelbbleierzses, das zuweilen nur schwach an den Endecken abgestumpft ist. Ich fand bei der Messung die Neigung der Flächen in den Endkanten  $99^{\circ} 38'$ , und in den Seitenkanten  $131^{\circ} 55'$ . Diese Winkel stimmen nicht genau unter einander und mit den Winkeln von  $89^{\circ} 40'$  und  $131^{\circ} 35'$ , welche Mohs angiebt, überein, doch rühren diese Abweichungen offenbar nur von Fehlern in der Messung her, die bei so kleinen Krystallen schwer gänzlich zu vermeiden sind.

Aufmerksam gemacht durch die eben erwähnten Versuche von Johnston, stellte ich auch mit diesen kleinen Krystallen einige Löthrohrversuche an, erhielt aber hier andere Resultate als Johnston, was mich veranlaßte meine Versuche auch auf die Krystalle aus dem Bannat auszudehnen. Hr. Dr. Tamnau, welcher selbst in Retzbanya an dem Fundorte des rothen Gelbbleierzses gewesen war, und mehrere Stufen mit solchen Krystallen von dort mitgebracht hatte, war so gefällig mir mehrere kleine Bruchstücke, die beim Zerschlagen gröfserer Stücke gefallen waren, zu geben, aus denen ich so viel kleine Krystalle herausuchen konnte, als mehr als hinreichend war, um die nöthigen Vergleichen und Versuche mit dem Löthrohr und auf nassem Wege anzustellen. Aus diesen ergibt sich Folgendes:

Der Unterschied in der Farbe zwischen den Krystallen von Retzbanya und von Bleiberg läßt sich auch in ihrem Pulver erkennen. In einem Mörser zerrieben, geben die ersteren ein bräunlichgelbes Pulver, das etwas dunkler als das blafsgelbe Pulver der Krystalle von Bleiberg, aber durchaus nicht so schön oraniengelb als das Pulver des Rothbleierzses von Beresowsk ist.

Vor dem Löthrohr verhalten sich die Krystalle von Retzbanya fast vollständig wie das Gelbbleierz von Blei-

berg, und wie es Berzelius in seinem Werke über das Löthrohr (3te Auflage, S. 252) beschrieben hat, mit dem einzigen Unterschiede, dafs, wenn man das Mineral in einem solchen Ueberschuß mit Borax auf dem Platindraht und in der äufseren Flamme zusammenschmilzt, dafs das Glas beim Erkalten undurchsichtig wird, dieses eine schwach grünlichweifse Farbe annimmt, während das von den Bleiberger-Krystallen erhaltene Glas eine reine weifse Farbe bekömmt.

In einem Gemenge von Chlorwasserstoffsäure und Alkohol werden die Krystalle von Retzbanya sehr leicht zersetzt, und bilden, unter Ausscheidung von krystallinischem Chlorblei, nun eine sehr lichte grünliche Flüssigkeit. Wenn man die erstere filtrirt und in einem Porcellanschälchen abdunstet, so erhält man eine blaue Masse (blaues Molybdänoxyd), die, verglichen mit dem blauen Molybdänoxyd, welches man auf ähnliche Weise aus dem Gelbbleierz von Bleiberg erhält, einen kleinen Stich in's Grüne hat. Vor dem Löthrohr konnte ich indessen keinen Unterschied mit dem aus dem Gelbbleierz von Bleiberg erhaltenen Molybdänoxyd beobachten; es verhielt sich genau wie dieses und wie es Berzelius in seinem Werke (S. 85) angegeben hat.

Die rothen Abänderungen des Gelbbleierzes aus der Kirgisensteppe verhalten sich wenigstens vor dem Löthrohr wie das Gelbbleierz von Retzbanya. Versuche auf nassem Wege habe ich damit nicht angestellt.

Aus den beschriebenen Versuchen ergibt sich aber, dafs die rothen Abänderungen des Gelbbleierzes allerdings wohl etwas Chromsäure enthalten mögen, wie aus dem Verhalten vor dem Löthrohr bei der Schmelzung mit Borax in der äufseren Flamme wahrscheinlich wird, und dafs in sofern die Schlüsse von Johnston noch ihre völlige Richtigkeit behalten, dafs sie aber keinesweges reines chromsaures Bleioxyd sind, sondern im Gegentheile offenbar gröfstentheils aus molybdänsaurem Bleioxyde bestehen.

Die Gegenwart der Chromsäure in dem molybdänsauren Bleioxyde läßt sich erklären, da die Molybdänsäure mit der Chromsäure eine analoge Zusammensetzung hat. Das Chrom findet sich aber auch zuweilen in einem anderen Bleisalz, wo sonst kein Bestandtheil vorkommt, den man als isomorph mit einer der Oxydationsstufen betrachten kann. Diefs ist bei dem Grünbleierz von Beresowsk der Fall; ich habe dasselbe in meiner Reise nach dem Ural <sup>1)</sup> beschrieben, und erlaube mir daraus die bezügliche Stelle hier folgen zu lassen.

»Das Grünbleierz findet sich zu Beresowsk meistens krystallisirt in regulären sechsseitigen Prismen, die nur mit der geraden Endfläche begränzt sind; Flächen von Hexagondodecaëdern habe ich wenigstens nie beobachtet. Die Krystalle sind gewöhnlich nur klein, zuweilen fast haarförmig, erreichen aber doch zuweilen eine Dicke von  $1\frac{1}{2}$  Linien; sie sind selten bauchig, gewöhnlich geradflächig, besonders die kleineren. Die haarförmigen Krystalle sind zuweilen excentrisch zusammengruppirt und auf kleinen derben Massen aufgewachsen, die einen ebenen feinsplittigen Bruch haben.

Es ist gelblichgrün, selten grünlichgelb, an den Kanten durchscheinend und von Fettglanz.

Die grünen Abänderungen schmelzen vor dem Löthrohr ohne Geruch und krystallisiren beim Erkalten, enthalten also nur Phosphorsäure und keine Arseniksäure. Die selten vorkommenden grünlichgelben Abänderungen schmelzen und krystallisiren beim Erkalten ebenfalls; erhitzt man sie aber in der inneren Flamme, so reducirt sich ein kleiner Theil des Bleioxyds unter Arsenikgeruch; sie enthalten also neben der Phosphorsäure noch etwas Arseniksäure.

Beide Abänderungen enthalten außerdem noch einen im Grünbleierze sonst ganz ungewöhnlichen Bestandtheil, nämlich *Chrom*, der sich sowohl bei ihrem Ver-

1) Seite 207.

halten vor dem Löthrohr, als mit Chlorwasserstoffsäure deutlich zu erkennen giebt. Vor dem Löthrohr nämlich mit Phosphorsalz zusammengeschmolzen, bilden sie in der äusseren Flamme ein smaragdgrünes Glas, das nur in der inneren Flamme beim Erkalten bräunlich und undurchsichtig wird; und gepulvert und mit Chlorwasserstoffsäure digerirt, lösen sie sich mit Leichtigkeit unter einiger Chlorentwicklung und unter Ausscheidung von krystallinischem Chlorblei zu einer grünen Flüssigkeit auf, die noch dunkler wird, wenn man sie mit Alkohol versetzt und kocht, und die von dem Chlorblei abfiltrirt, mit Ammoniak einen licht graulich grünen Niederschlag wie Chromoxyd giebt, der auch, vor dem Löthrohr untersucht, sich wie Chromoxyd verhält.

Das Chrom ist hiernach in dem Grünbleierz von Beresowsk sowohl als Chromsäure wie auch als Chromoxyd enthalten; aber es ist schwer zu sagen, welche Rolle dabei sowohl die eine als die andere Oxydationsstufe spiele, da weder die eine noch die andere mit den übrigen im Grünbleierz vorkommenden Oxyden eine gleiche Anzahl von Sauerstoffatomen hat, und daher als isomorpher Bestandtheil keines derselben ersetzen kann. Der Chromgehalt scheint nicht in allen Krystallen gleich zu seyn, da immer die kleineren die Reactionen vollkommener geben als die grösseren; es ist daher möglich, daß das Chrom dem Beresowskischen Grünbleierz nur beigemengt ist, wiewohl es in diesem Falle auffallend scheint, daß es sich in den Krystallen von allen Stufen, die ich darauf untersucht habe, findet.“

---



### XIII. *Der Eremit, ein neues Mineral.*

**D**as wegen seines vereinzelt Vorkommens mit dem Namen Eremit (von *ερημία*, Einsamkeit) belegte Mineral entdeckte Hr. Dutton, vom Yale-College, in New-Haven, im Herbst 1836 im nordöstlichen Theil der Grafschaft Watertown (Connecticut), und zwar in einem 4 Fufs im Durchmesser haltenden Geschiebe von albitischem Granit, als er, um von den darin verwachsenen schwarzen Turmalinen zu bekommen, Stücke davon abgeschlagen hatte. Aehnlicher Granit kommt zwar an der Gränze von Massachusett anstehend vor, ohne dafs man indess bis jetzt das neue Mineral darin gefunden hätte. Der zuerst entdeckte, vollkommen ausgebildete Krystall wog nur zwei Gran, und später (bis zum Mai 1837) fanden sich nur noch 5 bis 6 ungemein kleine Krystalle von nicht sehr deutlicher Form.

Nach Prof. Shepard's Bestimmung sind die mineralogischen Kennzeichen des Eremit's folgende: Bruch muschlig bis uneben. Auf den Krystallen glatt und glänzend. Harz- bis Glasglanz. Farbe zwischen nelken- und gelblichbraun. Halb durchsichtig. Strich der Farbe ähnlich, doch blässer. Spröde. Härte = 5 bis 5,5. Spec. Gewicht = 3,714.

Vor dem Löthrohr ward er augenblicklich durchsichtig und farblos, ohne jedoch, selbst in sehr dünnen Splittern, die geringste Schmelzung zu erleiden. Erhitzt mit Soda auf Platinblech, gab er eine weisse trübe Masse, mit einem einzigen nelkenbraunen Fleck. Mit Borax schmolz er langsam, unter schwachem Aufbrausen, zu einer durchsichtigen, bernsteingelben Perle, welche beim Flackern blässer und milchig wurde. Geputzt in einer Glasröhre mit Schwefelsäure erhitzt, griff er merk-

lich das Glas an. Er ist daher wahrscheinlich ein Fluo-  
titanat.

Ueber die krystallographischen Verhältnisse des Ere-  
mits giebt Hr. Dana, vom Yale-College, folgende Aus-  
kunft:

Die untersuchten Krystalle sind alle nur klein, der  
größte  $\frac{1}{3}$  Zoll lang, die übrigen nur  $\frac{1}{16}$  bis  $\frac{1}{20}$  Zoll, auch  
ist nur der gröfsere, dieser aber jedoch in hohem Grade,  
zu einer genauen Messung geeignet. Drei dieser Kry-  
stalle sieht man in Taf. V Fig. 5, 6 und 7 (*a* in verti-  
caler und *b* in horizontaler Projection) abgebildet.

Sie gehören offenbar zum monoklinischen (2- und  
1-gliedrigen) Krystallsystem. Sie zeigen keine Spaltbar-  
keit, doch gestatten Gröfse und Glanz der Flächen M  
und P, so wie das bisweilige Fehlen der Flächen *e* und *e'*,  
den Schlufs, dafs die Grundform ein schiefes rhombisches  
Prisma sey. Die dritte Fläche T dieses Prismas ist durch  
die Ausdehnung von  $\bar{e}$  und  $\check{e}$  verdrängt.

Die Flächen bekommen, nach Naumann's Bezeich-  
nungsweise, folgende Zeichen <sup>1)</sup>:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Fig. 5.} & \infty P \infty & . & \infty P' \infty & . & \infty P & . P \infty . P . P' \infty . \\ & M & & P & & e & \bar{e} & \bar{a} & e \\ & 2P' \infty & . & -P & . & -P \infty & & & \\ & e' & & \check{a} & & \check{e} & & & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Fig. 6.} & \infty P \infty & . & \infty P' \infty & . & \infty P & . \infty P2 . P \infty . P . \\ & M & & P & & e & e' & \bar{e} & \bar{a} \\ & 2P'2 & . P' \infty & . 2P' \infty & . & -P & . & -P \infty & \\ & \bar{o}' & e & e' & & \check{a} & & \check{e} & \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Fig. 7.} & \infty P \infty & . & \infty P' \infty & . P \infty . 2P2 . 2P'2 . P' \infty . \\ & M & & P & & \bar{e} & \bar{o} & \bar{o}' & e' \\ & -2P'2 & . & -2P2 & . & -P \infty . & & & \\ & \check{o}' & & \check{o} & & \check{e} & & & \end{array}$$

Zur Grundlage der Rechnung dienten die Winkel.

1) Zum Verständniß der Figuren ist zu bemerken, dafs  $\bar{e}$  und  $\check{e}$  die  
stumpfe und scharfe Endkante abstumpfen, *e* und *e'* jede der rectan-

$M : \bar{e} = 140^\circ 40'$  ;  $M : \ddot{e} = 126^\circ 8'$  ;  $M : e = 136^\circ 35'$ .  
Daraus ergeben sich folgende, zum Theil sehr genau mit  
directen Messungen stimmende Winkel:

$\bar{a} : \bar{a} = 119^\circ 22'$	$e' : P = 150 \quad 50$
$\bar{a} : T = 133 \quad 39$	$e : M = \begin{cases} 100^\circ 13' \\ 79 \quad 47 \end{cases}$
$\bar{a} : M = 131 \quad 53$	$e' : M = \begin{cases} 93 \quad 6 \\ 86 \quad 54 \end{cases}$
$\check{a} : \check{a} = 106 \quad 36$	$e : \bar{a} = 148 \quad 20$
$\check{a} : T = 121 \quad 6$	$e : \check{a} = 141 \quad 34$
$\check{a} : M = 118 \quad 13$	$e' : \bar{o}' = 152 \quad 56$
$\bar{a} : \check{a} = 109 \quad 54$	$e' : \check{o}' = 157 \quad 43$
(über e)	$\bar{e} : T = 143 \quad 6$
$\bar{o}' : \bar{o}' = 81 \quad 4$	$\check{e} : T = 130 \quad 6$
$\bar{o}' : T = 121 \quad 18$	$\bar{e} : \check{e} = 93 \quad 12$
$\bar{o}' : M = 120 \quad 10$	(anliegend)
$\check{o}' : \check{o}' = 67 \quad 44$	$\bar{e} : \bar{a} = 149 \quad 41$
$\check{o}' : T = 111 \quad 2$	$\bar{e} : \bar{o}' = 130 \quad 32$
$\check{o}' : M = 109 \quad 11$	$\check{e} : \check{a} = 143 \quad 18$
$\bar{o}' : \check{o}' = 130 \quad 39$	$e : e = \begin{cases} 93 \quad 10 \\ 86 \quad 50 \end{cases}$
(über e')	$e' : M = 117 \quad 51$
$\bar{o} : \bar{o} = 138 \quad 8$	$e : e' = 161 \quad 16$
$\bar{o} : M = 148 \quad 12$	$e : \bar{a} = 146 \quad 17$
$\check{o} : \check{o} = 129 \quad 58$	$e : \check{a} = 138 \quad 58$
$\check{o} : M = 141 \quad 25$	$e' : \bar{o}' = 155 \quad 28$
$\bar{o} : \check{o} = 70 \quad 24$	
(über e)	
$e : P = 131 \quad 52$	

gulgären Endkante; a und o die stumpfe oder scharfe Ecke, je nachdem - oder ~ über ihnen steht; e und e' ersetzen die Seitenkanten.

Ferner:

$$a : b : c = 0,9471 : 1 : 1,0265$$

$$\gamma = 76^{\circ} 14' ; M : T = 103^{\circ} 46'.$$

(Aus Silliman's *Journal*, Vol. XXXII p. 341 und Vol. XXXIII p. 70.)

*Zusatz.* Ein kleiner Krystall des Eremiten befindet sich in Berlin in der Mineraliensammlung des Hrn. Dr. Tamnau. Er erhielt ihn kürzlich in einem Transport Nordamerikanischer Mineralien, und erlaubte mir ihn gern zur näheren Untersuchung. Der Krystall hat die in Fig. 5 a Taf. V abgebildete Form mit Hinzufügung der Flächen  $e'$  ist aber nicht viel größer als ein Nadelknopf, und hat, wie auch in der obigen Abhandlung von den kleinen Krystallen erwähnt wird, nur wenig glänzende Flächen. Dennoch konnte ich seine Winkel noch mit dem Reflexionsgoniometer messen, wenn ich mich zum spiegelnden Gegenstande eines von dem Instrumente nur wenig entfernten Lichtes bediente. Ich erhielt bei dieser unvollkommenen Methode doch fast dieselben Winkel, wie sie in der Abhandlung angegeben sind; eben so fand ich auch die Lage der Kanten, so wie sie Hr. Dana beschrieben hat. Der Krystall ist von gelblichbrauner Farbe und durchscheinend.

G. Rose.

#### XIV. *Lantan, ein neues Metall.*

Bei abermaliger Untersuchung des Cerits von Bastnäs, des Minerals, in welchem vor 36 Jahren das Cerium aufgefunden wurde, hat Mosander ein neues Metall entdeckt.

Das auf gewöhnliche Weise aus dem Cerit darge-

stellte Ceroxyd enthält fast zwei Fünftel seines Gewichts an Oxyd des neuen Metalls, welches die Eigenschaften des Ceriums nur wenig abändert und sich darin gleichsam versteckt hält. Deshalb hat Mosander dem neuen Metall den Namen Lantān gegeben.

Man bereitet es, indem man das mit salpetersauren Ceroxyd gemengte salpetersaure Lantanoxyd glüht. Das Ceroxyd verliert dabei seine Löslichkeit in schwachen Säuren, und das Lantanoxyd, welches eine sehr starke Basis ist, kann durch eine, mit dem 100fachen Wasser verdünnte Salpetersäure ausgezogen werden.

Das Lantanoxyd wird nicht von Kalium reducirt, aber aus dem Lantanchlorür wird durch dieses ein graues Metallpulver abgeschieden, welches sich in Wasser langsam unter Wasserstoff-Entwicklung oxydirt und in ein weißes Hydrat verwandelt.

Schwefellantan entsteht durch starkes Erhitzen des Oxyds in Dämpfen von Schwefelkohlenstoff; es ist bläsgelb und verwandelt sich in Wasser, unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff in Hydrat.

Das Lantanoxyd hat eine ziegelrothe Farbe, welche nicht von anwesendem Ceroxyd herzuführen scheint. In heißem Wasser verwandelt es sich in ein weißes Hydrat, welches geröthetes Lackmuspapier bläut. Es löst sich rasch in Säuren, selbst sehr verdünnten; in Ueberschuß angewandt bildete es leicht basische Salze.

Die Salze schmecken zusammenziehend, ohne einer Beimengung vom Süßen. Ihre Krystalle sind gewöhnlich rosenroth. Schwefelsaures Kali fällt sie nur, wenn sie Cersalze enthalten.

Mit einem Ammoniaksalz digerirt, löst sich das Oxyd, dabei allmählig Ammoniak austreibend. Das Atomgewicht des Lantan ist geringer als das bisher dem Cerium, d. h. dem Gemenge beider Metalle, beigelegte. (Berzelius in einem Briefe an Pelouze. *Compt. rend. T. VIII* p. 356.)

---

XV. *Darstellung von reinem kohlen sauren Kali  
und von Essigäther;  
von Theodor Landmann.*

Man menge die Rückstände der Salpetersäure-Destillation, schwefelsaures Kali, mit dem Drittel des Gewichts an gepulverter Holzkohle, erhitze das Ganze in einem Flammofen, bis es wie Oel geflossen, und eine herausgenommene Probe zinnoberroth ist. Das erhaltene Schwefelkalium löse man, in eisernen Pfannen, in unreinem Holzessig auf, und befreie das unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas <sup>1)</sup> entstandene essigsaure Kali durch fleissiges Abschäumen von dem gröfseren Theil des Theers. Dann koche man es mit einer schicklichen Menge Wasser und Blutkohle oder mit der Kohle, welche bei Bereitung des Kaliumeisencyanürs als Nebenproduct gewonnen wird. Das essigsaure Kali ist jetzt nur noch gelb gefärbt, und mit Eupion, Kreosot u. s. w. verunreinigt. Zur weiteren Reinigung schmelze man es in irdenen oder eisernen Gefäfsen. Wenn dies vorsichtig geschieht, geht dabei nicht die geringste Menge Essigsäure verloren, und nach nochmaligem Auflösen und Abdampfen erhält man das essigsaure Kali vollkommen weifs. Nun löse man das Salz in Alkohol und leite durch die Flüssigkeit einen Strom von Kohlensäure <sup>2)</sup>. Man erhält dadurch, wie Pelouze zuerst gezeigt, doppelt und einfach kohlen saures Kali gefällt, während die Essigsäure im Alkohol gelöst bleibt. Der abfiltrirte und ausgepresste Niederschlag braucht nur dann noch, zur Zerstörung des

1) Zur Zerstörung desselben kann man in der Nähe Schwefel anzünden oder Schwefelkies rösten.

2) Am besten, wenn man's haben kann, aus Dolomit mit Schwefelsäure zu entwickeln, da man dabei schwefelsaure Bittererde gewinnt.

Bicarbonats, gegläht zu werden, um vollkommen reines Carbonat darzustellen.

Versetzt man die abfiltrirte Flüssigkeit, nach Verdünnung durch Wasser, mit 0,28 vom Gewicht des essigsauren Kalis an Kalk, zieht den Alkohol in einer kupfernen Blase über, raucht den essigsauren Kalk zur Trockne ab, und unterwirft 10 Th. dieses Alkohols, gemischt mit 10 Th. Schwefelsäure und 18 Th. des essigsauren Kalks, in einer Retorte der Destillation, so bekommt man einen vortrefflichen Essigäther. (*Bullet. de la Soc. impérial. des naturalistes de Moscou. Année 1838, No. 1 p. 58.*)

XVI. *Darstellung des gereinigten kohlen-sauren Kalis aus der rohen Pottasche;*  
*von Mayer.*

Apotheker zu Friedland in Mecklenburg.

Die Bereitung des *Kali carbonicum e cineribus clavellatis* der *Pharmacopoea borussica* bietet mehrere Schwierigkeiten dar, und ist, wohl nicht ganz dem Zwecke entsprechend, besonders was die Fortschaffung des Chlorkaliums betrifft, eine Verunreinigung, die deshalb so unangenehm ist, weil sie in fast alle Präparate des *Kali carbonic.*, wie z. B. *Kali aceticum*, *Kali tartaricum etc.* mit hinübergeht.

Wenn man nämlich die rohe Pottasche, nach der *Pharm. boruss.*, in zwei Theilen heißen Wassers gelöst hat, die filtrirte Flüssigkeit eindampft, bis eine Salzhaut erscheint, und einige Tage bei Seite stellt, damit die fremden Salze krystallisiren, so schießt allerdings fast das sämmtliche schwefelsaure Kali an, welches eine nur geringe Menge kohlen-sauren Kalis enthält; allein das Chlorkalium ist größtentheils in der Lauge geblieben

und ein nur geringer Theil ist krystallisirt. Dampft man nun, damit auch das Chlorkalium krystallisire, weiter als bis zur Krystallhaut ein, so erreicht man zwar theilweise seinen Zweck, indess geht auch:

1) ein bedeutender Theil des kohlensauren Kalis in die Krystallisation mit hinein, so dafs man oft nur die Hälfte des Präparats gewinnt;

2) enthält die Lauge dennoch eine nicht geringere Menge Chlorkalium, und

3) befindet sich in der Lauge kieselsaures Kali gelöst, während die Krystalle im Verhältnifs weniger enthalten.

Es ergibt sich hieraus, dafs es vortheilhaft wäre, gerade den entgegengesetzten Weg der *Pharm.* einzuschlagen, d. h. die Krystalle auf das reine kohlensaure Kali zu benutzen und die Lauge zu verwerfen, nachdem man zuvor auf eine schickliche Art das schwefelsaure Kali entfernt hat.

Man verfährt zweckmäfsig folgendermassen: Man übergiefst die rohe Pottasche mit wenig Wasser (10 Th. von ersterer mit 6 Th. Wasser) und läfst unter öfterem Rühren 24 Stunden an einem kühlen Orte stehen, dampft dann die filtrirte Flüssigkeit ziemlich weit ein, stört die Krystallisation durch beständiges Umrühren fast bis zum Erkalten, und giefst das Ganze auf einen Spitzbeutel. Die Chlorkalium und kieselsaures Kali haltigere Lauge tropft ab, den Rückstand dampft man beim gelinden Feuer zur Trockne ab, löst in gleichen Theilen kalten destillirten Wassers und dampft dann abermals die filtrirte Flüssigkeit zur Trockne ab.

In Betreff der eben angegebenen Bereitungsart habe ich noch Folgendes zu erwähnen. Wenn man nach dem vorgeschriebenen Verhältnifs die Pottasche mit Wasser übergossen, und durch Umrühren und Zerdrücken mittelst eines hölzernen Spatels gleichmäfsig zertheilt hat, so hat sich nach 24 Stunden vom schwefelsauren Kali



durchaus noch nichts gelöst, während solches geschieht, wenn man die Flüssigkeit lange stehen läßt; das Chlorkalium und kiesel-saure Kali hingegen sind nach 24 Stunden schon fast ganz gelöst. — Um die Krystallisation zu stören, muß man das Abdampfen nicht zu zeitig unterbrechen und nicht zu lange fortsetzen; man verliert im ersten Falle zu viel an der Ausbeute, im zweiten an der Güte des Präparats. Man trifft den richtigen Zeitpunkt, wenn man den Kessel alsdann vom Feuer entfernt, wenn die Lauge anfängt undurchsichtig zu werden, und die Salzhaut selbst während des Kochens durch Rühren nicht zu entfernen ist. — Das Abdampfen zur gänzlichen Trockne muß bei gelindem Feuer geschehen, namentlich beim ersten Male; denn erhitzt man sehr stark, so wird die Kieselerde, die sich beim Wiederauflösen ausscheiden soll, theilweise wieder löslich, indem sie sich mit dem Kali verbindet, und geht wieder in das Präparat über. Die Vorschrift der *Pharm.* also, das Salz zuletzt »*leni calore*« abzudampfen, verdient gewiß auch beim ersten Male nicht unberücksichtigt zu bleiben.

Die Versuche wurden mit einer russischen Pottasche angestellt; sie war von bläulicher Farbe, enthielt an unlöslichen Salzen außer kohlen-saurem Kali, noch schwefelsaures Kali und Chlorkalium, an unlöslichen: kohlen-sauren Kalk, schwefelsauren Kalk, Thonerde etc., außerdem Wasser. Der Gehalt an reinem kohlen-sauren Kali betrug 60 Proc.

Vergleichsweise wurden nach folgenden verschiedenen Weisen das gereinigte kohlen-saure Kali dargestellt, und für jede ein und dieselbe Menge roher Pottasche in Arbeit genommen.

No. 1. Nach der Vorschrift der *Pharm.*; von 10 Pfund roher Pottasche wurden  $5\frac{1}{2}$  Pfund gereinigtes kohlen-saures Kali gewonnen.

No. 2. Ebenfalls nach der *Pharm.*; nur wurde etwas weiter abgedampft als bis zur Krystallisationshaut,

so dafs fast  $\frac{1}{4}$  des kohlen-sauren Kalis mit krystallisirte; von 10 Pfund roher Pottasche wurden 4 Pfund gereinigtes kohlen-saures Kali.

No. 3. Nach der oben angegebenen Methode. 10 Pfund rohe Pottasche gaben 5 Pfund gereinigtes kohlen-saures Kali. Ein halbes Pfund war als Mutterlauge abgelaufen, und 9 Unzen auflöslicher Salze wurden noch aus dem Rückstande der kalt übergossenen rohen Pottasche ausgelaugt, in welcher etwa noch  $\frac{1}{2}$  Pfund kohlen-saures Kali enthalten war.

Hinsichts der Verunreinigungen verhielten sie sich gegenseitig folgendermassen:

	1.	2.	3.
Schwefelsaures Kali	Spuren	frei	frei
Chlorkalium	1,6 Proc.	1,8 Proc.	1,1 Proc.

Man sieht auch hier wieder wie sehr das Chlorkalium geneigt ist, eher in der Pottaschen-Lauge gelöst zu bleiben, als zu krystallisiren; denn bei No. 2, wo durch stärkeres Abdampfen die Ausbeute an kohlen-saurem Kali verringert ist, ist der procentische Gehalt an Chlorkalium gestiegen. — Der Chlorkalium-Gehalt bei No. 3 ist nun zwar nicht so sehr viel geringer als bei No. 1 und 2, indess empfiehlt sich die Methode noch:

1) Durch den kürzeren Zeitaufwand, welchen man zur Bereitung bedarf;

2) dafs durch die abtropfende Lauge gleich eine beträchtliche Menge kieselsauren Kalis forgeschafft wird, und

3) besonders dadurch, dafs man das Präparat auf ähnliche Weise, wie es beim Zuckerraffiniren oder der Salpeterfabrication geschieht, durch Decken noch reinigen kann. Man bringt zu diesem Zwecke die gestörte Krystallmasse auf grofse spitze Trichter oder Gefäfsse von solcher Form, wie man sich deren zum Decken des Zuckers bedient, übergiefst die fest eingedrückte Masse mit einer dünnen Schicht einer concentrirten Auflösung von

reinem chlorkaliumfreien kohlensauren Kali, und läßt diese langsam durchsickern. Nach dreimaliger Wiederholung dieser Operation enthielt das Salz nur noch 0,7 Proc. Chlorkalium.

Einiger Aufwand an Zeit und reinem kohlensauren Kali treten der Anwendung dieser letzteren Operation freilich hindernd entgegen, indess möchten sich vielleicht bei der Bereitung im Großen, wie in Fabriken, die Resultate günstiger stellen.

Sonstige Verunreinigungen, wie z. B. Thonerde, Metalle etc., waren nicht vorhanden; Kieselerde-Gehalt war gering; denn mit Salpetersäure gesättigt, gab es eine völlig klare Auflösung; zur Trockne abgeraucht und wieder in destillirtem Wasser gelöst, zeigte sie jedoch eine ganz geringe Trübung.

## XVII. *Elmsfeuer und Erd-Erschütterungen in in Franken.*

(Aus einem Schreiben des Hrn. Ernst von Zibra zu Schwebheim bei Schweinfurt an den Herausgeber.

— Vielleicht dürfte die Nachricht von einem St. Elmsfeuer, welche mir vor Kurzem von meinem Freunde, dem Landgerichts-Physicus Dr. Riegel, in Klingenberg, bei Aschaffenburg, mitgetheilt wurde, nicht ganz ohne Interesse seyn für die Leser Ihrer so sehr geschätzten Annalen, zumal sich in denselben (Reihe II Bd. IV S. 370) ein ähnlicher Fall aufgezeichnet findet.

Am 31. October vorigen Jahres (1837) ritt Dr. R. Abends um 7 Uhr von Kleinheubach nach seinem, zwei Stunden entfernten Wohnorte Klingenberg. Es war eine äußerst dunkle Nacht, so daß kaum die nächsten Gegenstände unterschieden werden konnten. Er ward, nach-

dem er etwa eine halbe Stunde Wegs geritten war, von heftigem Sturmwinde und Gufsregen überfallen, welche beide indessen blofs einige Minuten anhielten. Eine Stunde von Klingenberg indessen, bei dem Dorfe Laudenschbach, fiel wieder Regen, so dafs derselbe nebst seinem Pferde ziemlich durchnäfzt wurde. An dieser Stelle ist eine Fähre, in welcher man sich, um nach Klingenberg zu gelangen, übersetzen lassen mufs. Dr. R. blieb in der Fähre auf seinem Pferde, und bemerkte, kaum vom Ufer abgefahren, dafs die in die Höhe stehenden Theile der Mähnen seines Pferdes zu leuchten anfangen, eben so die Ränder und Spitzen der Ohren. Eine gleiche Erscheinung zeigte sich an der mit Bindfaden geflochtenen Spitze seiner Reitpeitsche, welche etwa einen Fufs lang glänzend leuchtete. Die Erscheinung war am stärksten in der Mitte des Flusses, und nahm, je mehr man sich dem entgegengesetzten Ufer näherte, ab, so dafs sie bei Erreichung desselben gänzlich verschwunden war. Dr. R. vergleicht dieses Leuchten, während seiner stärksten Intensität, mit feurigen Quästen, welche auf den Ohren aufgesessen hätten. Später glich es leuchtendem Phosphor. Ueberspringende Funken konnte er nicht wahrnehmen, eben so wenig sah er in der Fähre sonst einen leuchtenden Gegenstand. Die bei der Ueberfahrt beschäftigten Leute, waren wegen Nacht und Regen zu sehr auf ihre Arbeit aufmerksam, und überhörten die Frage des Dr. R., ob auch seine eigenen Haare leuchteten, und ob sie das Phänomen ebenfalls bemerkten. Zu derselben Zeit fielen in Klingenberg Schlofsen.

Von einer anderen Erscheinung, die sich in unserer Gegend ereignete, kann ich Ihnen leider nur sehr unvollkommene Nachricht ertheilen, obschon deren wirkliches Vorkommen durch fast die halbe Einwohnerschaft der Stadt Schweinfurt verbürgt ist. Man bemerkte nämlich am 21. Jan. dieses Jahres (1838) früh um halb 8 Uhr einen ziemlich fühlbaren Erdstofs. Es ward die Erschüt-

te-

terung hauptsächlich von solchen Personen bemerkt, welche sich noch im Bette befanden, und welche fast einstimmig die Empfindung mit jener, des plötzlichen, sogenannten Aufschreckens aus dem Schlafe verglichen. Zugleich wurden die Stubenthüren mehr oder minder heftig erschüttert, so daß mehrere Personen den Dienstleuten Schuld gaben, die Thüren heftig zugeworfen zu haben. An einem Orte klangen Gläser zusammen, welche auf einem Gestelle standen, an einem anderen Orte fielen Stückchen des Bewurfes der Stubendecke herab. Einer meiner Bekannten, welcher sich gerade in dem, etwa zwei Stunden von Schweinfurt entfernten, südwestlich gelegenen Dorfe Hergoldshausen befand, empfand die Erschütterung ebenfalls. Derselbe bereiste im vorigen Jahre Italien, und hatte in Mailand Gelegenheit mehrere ziemlich heftige Erdstöße zu beobachten, weshalb seine Aussage von der Identität der Erscheinung sehr gültig erscheint. Ich selbst befand mich in dem, eine Stunde südlich von Schweinfurt gelegenen Dorfe Schwebheim, und zwar liegend im Bette. Das Haus, welches ich bewohne, ist sehr massiv von Steinen erbaut, Erdgeschoss und erstes Stock mit über 5' dicken Mauern, durchaus gewölbt; die Empfindung, welche ich hatte, war genau als erhielt ich selbst einen heftigen Ruck, ohne daß derselbe von der Bettstelle auszugehen schien, wenigstens nicht sichtlich oder beobachtet, und etwa dem durch eine Leidner Flasche erhaltenem Schläge ähnlich. In der folgenden Secunde war eine Erschütterung der Thüre meines Schlafgemaches sehr bemerkbar. Mein erster Gedanke war ein Erdstoß, dennoch unterliefs ich es, durch einen besonderen Zufall verhindert, den Stand des Barometers zu bezeichnen und nach der Nadel zu sehen. Nach in Schweinfurt gemachten Beobachtungen soll der Barometerstand ein mittlerer gewesen seyn. — Der tiefste Stand des Thermometers war während der Nacht — 14° R., zur Zeit der Erscheinung bis nach 9 Uhr

Vormittags —9° R., dann sank aber die Temperatur wieder, so daß Abends 6 Uhr —11° R. als höchster Stand während des Tages abgelesen wurden, und um die bezeichnete Zeit das Thermometer —12° R. zeigte. Von meinen Hausgenossen bemerkte Niemand etwas, bloß ein Individuum glaubte einen entfernten Kanonenschuß gehört zu haben, und erkundigte sich deshalb, ob in dem 8 Stunden entfernten Würzburg wohl geschossen worden sey, da man bei günstigem Winde den Kanonendonner von dort sehr wohl hört, wenn, wie es öfters vorkommt, bei gewissen festlichen Gelegenheiten, daselbst gefeuert wird. In Würzburg, so wie auch in unserer näheren Umgegend, konnte ich keine weitere Nachricht über das Bemerkwordenseyn der Erscheinung einziehen, und es fragt sich, ob das Geräusch einer volkreichen Stadt die Erscheinung unbemerkbar machte, und die Unaufmerksamkeit der Landleute die Wahrnehmung verhinderte, oder ob sich die Erscheinung bloß auf die bezeichnete Gegend erstreckte. Dürfte dieselbe nicht vielleicht einer in der Atmosphäre zersprungenen Feuerkugel ihren Ursprung verdanken? Da der Tag gerade auf einen Sonntag fiel, waren um diese Zeit fast gar keine Menschen auf dem Felde, und es wäre so wohl möglich, daß deren Zerspringen der sichtlichen Wahrnehmung entgangen wäre. Um meinen sehr oberflächlichen Beobachtungen nicht auch noch den Fehler der nutzlosen Weitläufigkeit beizufügen, schliesse ich mit der Bemerkung, daß in geologischer Beziehung Schweinfurt auf Muschelkalk ruht, welcher auf Schwebheim zu von der Keuperformation bedeckt wird, welche sich von da in einer Ausdehnung von 3 bis 4 Stunden bis nach Gai- bach in einer ebenen Fläche hinzieht.

---

# XVIII. *St. Elmsfeuer auf den Orkney-Inseln.*

Im *Edinburgh New Philosophical Journal*, T. XXIII p. 220, berichtet Hr. William Traill folgenden Fall von St. Elmsfeuer. — Am Sonntage den 19. Februar (1837) war mein großes Boot während eines furchtbaren Sturms untergesunken, und erst am Donnerstag konnten wir es wieder heraufbringen und an's Ufer ziehen, worauf wir noch bis 3 Uhr des nächsten Morgens zu warten hatten, bis es hier ebbte. Während des war das Boot durch eine etwa 30 Faden lange eiserne Kette, die das Wasser nicht berührte, am Ufer befestigt, als ich, zu meinem großen Erstaunen, eine blutrothe Flamme erblickte, die eine Fläche von 30 Faden Breite und 100 Faden Länge bedeckte, an der Kette begann und sich längs der Küste hin ausdehnte. Die Richtung der Küste war OSO., die des Windes zu der Zeit NNW. Die Flamme dauerte ungefähr zehn Secunden, und erschien vier Mal innerhalb zwei Minuten. Während ich nicht wenig darüber verwundert war, kamen die Bootsleute, 25 bis 30 an der Zahl, die sich vor dem Wetter in Schutz begeben hatten, bestürzt herbeigelaufen, mich fragend, ob ich je so etwas gesehen. Eben wollte ich ihnen antworten, als ich bemerkte, daß sie in die Höhe sahen, und eine höchst glänzende Erscheinung auf dem Boot betrachteten. Der ganze Mast war erleuchtet, und aus der eisernen Spitze, am Ende desselben, richtete sich eine Flamme von einem Fufs Länge gegen NNW., von wo eine Gewitterwolke rasch heraufzog. Die Wolke kam näher, begleitet von Donner und Hagel. Die Flamme vergrößerte sich und folgte dem Lauf der Wolke. Als diese gerade über ihr war, erreichte sie eine Länge von fast drei Fufs; dann nahm sie rasch ab, richtete sich aber

noch gegen die Wolke, während diese schnell nach SSO. zog. Das Ganze dauerte etwa vier Minuten und gewährte ein höchst glänzendes Schauspiel. Ich bedauerte später, daß ich, als mich die Flamme auf dem Mast beschäftigte, nicht darauf achtete, ob die rothe Flamme am Boden während des Vorübergangs der Wolke andauerte.

XIX. *Sechs Nebensonnen und vier Lichtringe, beobachtet zu Wetzlar am 24. Januar 1838; von Dr. J. W. Lambert.*

Am Mittwoch den 24. Januar, als ich eben mit der Zeitbestimmung beschäftigt war, zeigte sich das Phänomen der *Nebensonnen* und der mit denselben verbundenen Lichtkreise in einer seltenen Vollkommenheit. — Zwei Nebensonnen, beide in derselben Höhe mit der Sonne, die eine 22 bis 23 Grad östlich, die andere eben so weit westlich von ihr abstehend, sind bei uns eben keine seltene Erscheinung; sie kommen durchschnittlich jeden Winter ein Paar Mal vor und ein Mal sah ich sie auch im Sommer, aber *sechs* Nebensonnen, wie diesmal, sah ich noch nie. Die Erscheinung, welche durch die Fig. 11 Taf. I einigermaßen anschaulich gemacht wird, war folgende:

An dem ziemlich heiteren, nur mit wenigen Cirrusflocken bestreuten und sonst mit einem sehr leichten, kaum merklichen Cirrostratus beflorten Himmel stand die Sonne gerade in ihrer Culmination etwa 20 Grad 15 Min. hoch in S. Ueber ihr befand sich in einem Abstände von 22 bis 23 Graden ein Halbkreis 1 4 2, breiter als der Durchmesser der Sonne, etwa einen Grad breit, an der inneren, der Sonne zugekehrten Seite schwach roth, auswendig kaum merklich blaugrün gefärbt, der seinen



Mittelpunkt im Centrum der Sonne hatte. Mit ihm concentrisch, in einem Abstände von 22 bis 23 Graden, also etwa 45 Grad von der Sonne entfernt, stand ein zweiter Halbkreis 3 6 5, der eine gleiche Breite und Färbung wie der erste hatte.

Das Zenith  $Z$  war in einem Abstände von 22 bis 23 Grad mit einem weissen, dem Horizonte  $HH'H''H'''$  parallelen Ringe  $ACB$  umgeben, dessen Breite etwa einen Grad betragen mochte. Mit diesem concentrisch, in einem Abstände von 22 bis 23 Grad, also 45 bis 46 Grad vom Zenith, stand ein zweiter, unvollständiger, etwa einen Halbkreis bildender Ring 3 4 5, von gleicher Breite und ebenfalls weisser Farbe.

In den Berührungs- und Durchschnittspunkten dieser vier Kreise, und ausserdem noch in 1 und 2 befanden sich die sechs Nebensonnen 1, 2, 3, 4, 5, 6, alle an der nach der wahren Sonne gerichteten Seite röthlich, an der von der Sonne abgekehrten Seite bläulich-grün gefärbt, von nicht vollkommen kreisrunder, sondern nach der Richtung der die Sonne umgebenden Kreise länglich verzogener, elliptischer Gestalt. Am lebhaftesten und grössten war die der wahren Sonne zunächst liegende nördliche Nebensonne 4, weniger lebhaft, aber doch noch schön glänzend, die entferntere nördliche 6, schwächer erschienen die beiden westlichen 2 und 5, am mattesten, und bisweilen während der Stunde von 12 bis 1 sogar entschwindend, die beiden östlichen 1 und 3. Die Zeichnung ist nämlich so entworfen, wie die Erscheinung sich an der *hohlen* Himmelskugel zeigte;  $H$  bedeutet das südliche,  $H'$  das östliche,  $H''$  das nördliche und  $H'''$  das westliche Azimuth.

Bis nach 11 Uhr zeigte sich das Phänomen wie es gezeichnet und beschrieben ist, nur dafs, wie gesagt, manchmal eine der östlichen Nebensonnen 1 oder 3 erlosch. Um zwei Uhr sah man nur noch die beiden Nebensonnen 1 und 2, von den übrigen und den Kreisen

war nichts mehr zu bemerken. Mit matterem Glanze erhielten sich diese beiden Nebensonnen 1 und 2 noch bis gegen Sonnenuntergang um 4 Uhr, wo dann zuerst die östliche, zuletzt die westliche erlosch.

Auch in unserer Nachbarschaft, im Herzogthum Nassau, ist die Erscheinung beobachtet worden.

Ausgezeichnete Meteore waren in diesem Monat noch zwei *Lichtsäulen* über der Sonne bei Sonnenuntergang, von denen die eine am 9., die andere am 20. beobachtet wurde. Der Monat war übrigens ausgezeichnet kalt; das Minimum der Temperatur desselben nämlich war am 16. 8<sup>h</sup> Morgens — 20°,6 R., und das Thermometer blieb volle 20 Tage, vom 17. bis 26. incl. immer unter dem Eispunkte.

---

XX. *Nordlicht, gesehen am 12. Nov. 1838 zu Eutin; vom Oberlehrer J. Gerhardt.*

(Aus einem Schreiben an Hrn. Prof. Encke.)

---

— Bei dem Herannahen der November-Epoche war ich nicht wenig erfreut, als ein überaus heiterer Tag eine eben so heitere Nacht versprach. Meine Erwartung wurde nicht getäuscht; die Sterne glänzten des Abends am 12. Nov. in herrlicher Pracht. Ich ging um 7 Uhr in's Freie; zählte bis 9 Uhr ungefähr 10 Sternschnuppen in der Nähe der Plejaden nach dem großen Bären zu. Um diese Zeit kamen die Primaner der hiesigen Schule, um mit mir die Nacht gemeinschaftlich zu durchwachen; wir postirten uns auf dem platten Dache des Schulhauses, wo man so ziemlich einen freien Horizont hat. Bis gegen

Mitternacht fielen die Sternschnuppen sehr einzeln, aber immer in dieser Gegend; zwischen 12 und 1 Uhr aber wurden in einer Viertelstunde 12 sehr große Sternschnuppen gezählt, eine mit vorzüglich glänzendem Lichte. Nach dieser Zeit fielen sie wiederum sehr einzeln bis gegen 3 Uhr Morgens. Im Ganzen wurden an 60 Sternschnuppen an der oben genannten Stelle gesehen.

Eben im Begriff zwischen 3 und 4 Uhr Morgens nach Hause zu gehen, wurden wir noch durch eine merkwürdige Erscheinung überrascht. Ein wenig erhoben über den äußersten Rand des nördlichen Horizontes zog sich eine Wolke von geringer Breite von O. nach W. hin, die einzige am ganzen Himmel während dieser Nacht; an der Stelle, wo dieselbe den nördlichen Bogen der Milchstraße durchschnitt, bemerkte ich um 3 Uhr Morgens einen lichten Schein, als ob hinter der Wolke der Mond aufgehen wollte. Allmählig verbreitete sich am oberen Rande der Wolke ein blaßröthliches Licht, und in einem Moment, ehe wir uns besinnen konnten, schossen blaßröthliche Strahlen hinter der Wolke hervor, und bildeten sich nach und nach zu einem Nordlicht von geringer Breite aus. An ihrem höchsten Theile, ungefähr  $30^\circ$  über dem Horizont, entstand nach und nach eine ganz unregelmäßige, wolkenartige Masse vom intensivsten Roth; so zog die Erscheinung unverändert, durchaus ruhig nach Osten und verschwand zuletzt hinter der Wolke, die nach Osten zu etwas breiter geworden war. Aber noch war ein Theil des Nordlichts zu sehen, als zu unserem großen Erstaunen im Nordwest, wenigstens um  $10^\circ$  westlich von der Stelle, wo das Nordlicht entstand, neue blaßrothe, oben weißliche Strahlen emporschossen, und sich mit großer Schnelligkeit zu einem zweiten Nordlicht von größerer Breite und Höhe ausbildeten. Die Erscheinung folgte derselben Bahn, zog sich langsam von West nach Ost über der Wolke hin und verschwand an derselben Stelle. Eine Krone war in beiden nicht ausgebildet;

an dem höchsten Theile war in beiden ein intensiv karminrother Flecken wie hingewischt, der sich immer erst bildete, nachdem die Strahlen schon eine Zeit lang über dem Horizonte sichtbar waren. Zwischen beiden war durchaus keine Verbindung bemerkbar, das erste war beinahe ganz verschwunden, als das zweite hervorbrach. Ich weiß nicht, ob schon einmal ein solches Phänomen beobachtet worden ist. Am folgenden Tage war trübes Wetter, und meine Erwartung, das Nordlicht in der folgenden Nacht wiederholt zu sehen, scheiterte am bedeckten Himmel; nur zwischen 11 und 12 Uhr wurde der Himmel heiter, und die Sternschnuppen fielen an derselben Stelle des Himmels verhältnißmäfsig zahlreicher, als in der vergangenen Nacht; denn es wurden in dieser kurzen Zeit an 20 gezählt.

---

**XXI. Ueber den täglichen Gang der Temperatur zu Mühlhausen in Thüringen;  
vom Apotheker N. Graeger.**

---

So interessant und wünschenswerth es auch ist, recht viele Untersuchungen unter allen Verhältnissen über den täglichen Gang der Wärme zu besitzen, so ist doch bis jetzt für diese Art von Untersuchungen wenig geschehen, und die von Padua und Leith bilden die einzige Grundlage, nach welcher wir diese Erscheinungen beurtheilen gelernt haben <sup>1)</sup>. Wie sich dieselben im Innern von Ländermassen auf Höhen und Hochebenen, in Thälern und Ebenen darstellen, darüber sind wir noch fast ganz

1) In den letzten Jahren haben wir indeß dergleichen Beobachtungen auch von Salz-Ufeln, Plymouth, von Nowaja-Semlja und Boothia erhalten. Siehe Annalen, Bd. XXXXII S. 630 und Bd. XXXXIII S. 336 und 357.

in Ungewissheit, und was wir darüber zu wissen glauben, sind theoretische Speculationen, welche durch die Erfahrung erst bestätigt werden müssen. Indem ich hiermit meine Thermometer-Beobachtungen veröffentliche, habe ich hierzu nur einen Beitrag liefern wollen. Ueber das Verdienst, sie gemacht zu haben, täusche ich mich keinesweges; es ist nur gering, denn ein Jeder kann derartige Beobachtungen machen, welcher diesem Gegenstande seine Aufmerksamkeit und seine Zeit widmen will.

Die Beobachtungen (siehe die Tafeln am Schlusse dieses Aufsatzes) umfassen 13 Monate, und gehen vom 1. März 1837 bis 1. April 1838; sie sind stündlich angestellt: im Sommer von 4 Uhr Morgens bis 11 Uhr Abends; im Winter von 6 Uhr Morgens bis 11 Uhr Abends. Die Zwischenstunden vom März und April von 1837 sind arithmetisch interpolirt; für die folgenden Monate habe ich die graphische Interpolation gewählt, die mir bei Polarcoordinaten, wie hier, bei weitem naturgemäßer erschien. Die Messungen wurden mit drei, unter sich sehr gut correspondirenden Thermometern nach der hunderttheiligen Scale gemacht. Sie sind in 0,1 getheilt, und erlauben recht gut die Schätzung von 0,02. Von den beiden festen Thermometern hing das eine nach Norden, 4" von einem Fenster abstehend, ganz frei, das andere direct gegen Süden, eben so wie das N. Thermometer. Letzteres gebrauchte ich, um den Einfluß der directen Sonnenstrahlen, welche in den Sommermonaten von 5 bis 7 Uhr, und an gleichnamigen Stunden Abends das N. Thermometer treffen, zu entfernen. Es wurden nämlich zu Zeiten, wo beide Thermometer im Schatten hingen, die Temperaturen angemerkt, und die Werthe der Südseite nach dem Unterschiede der Localität in die Morgen- und Abendstunden von 5—9 Uhr eingereiht. Das dritte Thermometer diente zu gleichzeitiger Vergleichung beider Thermometer im Schatten.

Diese Einzelheiten habe ich geglaubt angeben zu

müssen, um beurtheilen zu können, welches Vertrauen diese Beobachtungen verdienen.

Mühlhausen liegt unter  $45^{\circ} 15'$  N.Br. und nach meinen Messungen 645' P. über dem Meere (Fr. Hoffmann giebt 724', was sicher viel zu hoch ist).

Ich enthalte mich aller Vergleiche und Schlüsse, da diese sich ein Jeder aus den mitgetheilten Thatsachen selbst bilden wird, und erlaube mir nur noch über den Eintritt der mittleren Temperatur am Morgen Folgendes anzumerken. Aus meinen Beobachtungen habe ich diese Stunden aufgesucht, und Folgendes sind die erhaltenen Werthe:

Januar	9 <sup>h</sup> ,35	Juli	8 <sup>h</sup> ,00
Februar	9,34	August	8,68
März	8,83	September	8,73
April	8,58	October	8,83
Mai	8,19	November	8,41
Juni	8,08	December	9,04.

Man sieht sogleich, daß dieselbe vom Januar bis zum Juli allmählig früher eintritt, von hieraus aber entfernt sie sich wieder eben so regelmäfsig. Es scheint dieses Verhalten von der Höhe der Sonne abhängig zu seyn. Wollte man aber bei einer Berechnung des Eintritts der mittleren Temperatur jene zu Grunde legen, so würde man zu sehr verwickelten Formeln gelangen; auch habe ich mich daher bei Berechnung derselben empirischen Formel bedient, wie sie Kämtz und Hällström zur Berechnung der Temperatur gebraucht haben, nämlich:

$$H_m = a + a' \sin(m 30^{\circ} + x) \\ + b \sin(m 60^{\circ} + y),$$

worin  $H_m$  die Stunde des Eintritts der mittleren Temperatur des  $m$ ten Monats, den Januar  $= 0$  gezählt,  $a$  dieselbe Gröfse vom ganzen Jahre,  $a'$ ,  $b$ ,  $x$  und  $y$  constante Gröfsen sind, die aus den beobachteten Werthen gefunden worden. Diese Constanten habe ich aufgesucht, und man erhält in der Formel:

$$H_{\perp} = 8,675 + 0,4845 \sin (m 30^{\circ} + 101^{\circ} 37') \\ + 0,1734 \sin (m 60^{\circ} + 22^{\circ} 46').$$

Die hienach berechneten Werthe sind:

Unterschied			Unterschied		
Januar	9,22	—0,13	Juli	8,26	+0,26
Februar	9,21	—0,13	August	8,48	—0,20
März	8,93	+0,10	September	8,62	—0,11
April	8,51	—0,07	October	8,71	—0,12
Mai	8,18	—0,01	November	8,82	+0,41
Juni	8,11	+0,03	December	9,03	—0,01

Die berechneten Werthe stimmen ziemlich gut, bis auf den November, mit den beobachteten, wenn man berücksichtigt, dafs nur einjährige Beobachtungen hierbei zu Gebote standen.

## 0 = Mittag. Mülhhausen. 1837 März bis 1838 April. — Centigrade.

Stunde.	Januar.			Februar.			März.			April.			Mai.			Juni.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
0	—	8,30	8,26	+0,04	—	3,52	3,46	+0,06	—	4,86	4,96	+0,10	—	7,82	7,89	+0,07	13,72	13,63	—	0,09	19,94	20,03	+0,09																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1	0	7,94	8,00	—0,06	—	3,05	3,01	—0,04	—	5,23	5,28	—0,05	—	8,30	8,36	—0,06	13,91	13,97	—	0,06	20,50	20,62	+0,12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2	2	8,18	8,08	+0,10	—	3,04	3,01	+0,03	—	5,36	5,35	—0,01	—	8,61	8,54	—0,07	14,18	14,17	—	0,01	21,10	20,96	—0,04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
3	3	8,40	8,43	—0,03	—	3,37	3,40	—0,03	—	5,20	5,13	—0,07	—	8,45	8,42	—0,03	14,22	14,19	—	0,03	20,98	20,95	—0,03																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
4	4	8,96	8,93	+0,03	—	3,96	4,04	—0,08	—	4,62	4,73	+0,11	—	7,94	7,85	—0,09	13,98	13,94	—	0,04	20,52	20,51	—0,01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5	5	9,42	9,43	—0,04	—	4,71	4,72	+0,02	—	4,06	4,15	+0,09	—	7,30	7,30	—0,00	13,35	13,32	—	0,03	19,47	19,61	+0,14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
6	6	9,73	9,73	0,00	—	5,31	5,31	0,00	—	3,51	3,53	+0,02	—	6,37	6,36	—0,01	12,54	12,57	—	0,03	18,45	18,42	—0,03																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
7	7	9,92	9,93	—0,01	—	5,80	5,78	+0,02	—	3,00	2,98	—0,02	—	5,25	5,45	+0,20	11,56	11,62	—	+0,06	17,15	17,07	—0,08																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
8	8	10,20	10,20	0,00	—	6,23	6,15	+0,08	—	2,62	2,56	—0,06	—	4,82	4,75	—0,07	10,64	10,68	—	+0,04	15,73	15,73	0,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
9	9	10,43	10,32	+0,11	—	6,54	6,50	+0,04	—	2,26	2,20	—0,06	—	4,33	4,20	—0,13	9,88	9,85	—	0,03	14,57	14,53	—0,04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
10	10	10,50	10,44	+0,06	—	6,86	6,81	+0,05	—	1,96	1,96	0,00	—	3,85	3,75	—0,10	9,24	9,20	—	0,04	13,56	13,59	+0,03																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
11	11	10,60	10,64	—0,04	—	7,01	7,10	—0,09	—	1,69	1,78	+0,09	—	3,45	3,43	—0,02	8,58	8,63	—	+0,05	12,78	12,76	—0,02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
12	12	10,75	10,78	—0,03	—	7,46	7,34	+0,12	—	1,50	1,59	+0,09	—	2,88	2,88	0,00	8,02	8,11	—	+0,09	11,94	11,98	+0,04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13	13	10,85	10,87	—0,02	—	7,56	7,59	—0,03	—	1,31	1,39	+0,08	—	2,61	2,56	—0,05	7,51	7,58	—	+0,07	11,38	11,34	—0,04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
14	14	10,91	10,92	—0,01	—	7,62	7,61	+0,01	—	1,16	1,16	0,00	—	2,10	2,12	+0,02	7,04	7,08	—	+0,04	10,87	10,83	—0,04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
15	15	10,93	10,94	—0,01	—	7,69	7,65	+0,04	—	1,03	0,93	—0,10	—	1,78	1,86	+0,08	6,80	6,76	—	—0,04	10,48	10,59	+0,11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
16	16	11,03	11,00	+0,03	—	7,73	7,74	—0,01	—	0,90	0,76	—0,14	—	1,40	1,44	+0,04	6,75	6,75	—	0,00	10,87	10,82	+0,05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
17	17	11,05	11,05	—0,00	—	7,75	7,83	—0,08	—	0,82	0,74	—0,08	—	1,50	1,60	+0,10	7,18	7,24	—	+0,06	11,60	11,54	—0,06																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
18	18	11,07	11,12	0,05	—	7,74	7,86	—0,12	—	0,78	0,93	+0,15	—	2,07	2,05	—0,02	8,01	8,01	—	0,00	12,68	12,68	0,00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
19	19	11,09	11,05	—0,04	—	7,70	7,69	+0,01	—	1,18	1,37	+0,19	—	3,14	3,10	—0,04	9,14	9,14	—	0,00	14,09	14,14	+0,05																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
20	20	10,96	10,76	+0,20	—	7,35	7,21	+0,14	—	2,02	2,07	+0,05	—	4,24	4,13	—0,11	10,36	10,38	—	+0,02	15,61	15,65	+0,04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
21	21	10,05	10,24	—0,19	—	6,40	6,40	0,00	—	2,86	2,78	—0,08	—	5,23	5,33	+0,10	11,62	11,52	—	—0,10	17,10	17,06	—0,04																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
22	22	9,56	9,50	+0,06	—	5,20	5,36	—0,16	—	3,70	3,63	—0,07	—	6,33	6,31	—0,02	12,50	12,46	—	—0,04	18,25	18,26	+0,01																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
23	23	8,79	8,82	—0,03	—	4,28	4,30	—0,02	—	4,46	4,38	—0,08	—	7,22	7,32	+0,10	13,20	13,15	—	—0,05	19,36	19,25	—0,11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Mittel	—	9,98	—	—	—	—	5,99	—	—	—	2,76	—	—	—	4,86	—	—	10,58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die mit 1 bezeichnete Spalte enthält die beobachteten, die 2te die berechnete Temp., die 3te giebt die Differenzen od. Beobachtungsfehler.



0 = Mittag.

Stunde.	Juli.			August.			September.			October.			November.			December.		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
0	19,91	19,81	-0,10	21,68	21,69	+0,01	16,01	16,12	+0,11	12,39	12,46	+0,07	5,64	5,72	+0,08	2,74	2,74	0,00
1	20,28	20,22	-0,06	22,13	22,19	+0,06	16,56	16,60	+0,04	12,81	12,82	+0,01	5,68	5,71	+0,02	2,88	2,86	-0,02
2	20,49	20,41	-0,08	22,50	22,41	-0,09	16,67	16,63	-0,04	13,00	13,04	+0,04	5,54	5,47	-0,07	2,79	2,80	+0,01
3	20,47	20,34	-0,17	22,33	22,32	-0,01	16,35	16,24	-0,11	12,54	12,40	-0,14	5,23	5,19	-0,04	2,44	2,43	-0,01
4	20,00	19,96	-0,04	21,97	21,92	-0,05	15,59	15,51	-0,08	11,58	11,66	+0,08	4,87	4,85	-0,02	2,03	2,05	+0,02
5	19,23	19,29	+0,06	21,19	21,22	+0,03	14,58	14,56	-0,02	10,71	10,81	+0,10	4,51	4,54	+0,03	1,71	1,71	0,00
6	18,34	18,34	0,00	20,24	20,28	+0,04	13,41	13,52	+0,11	9,95	10,02	+0,07	4,34	4,33	-0,01	1,46	1,44	-0,02
7	17,21	17,20	-0,01	19,11	19,20	+0,09	12,38	12,50	+0,12	9,42	9,34	-0,08	4,20	4,28	+0,08	1,29	1,27	-0,02
8	16,16	16,10	-0,06	18,14	18,14	0,00	11,65	11,57	-0,08	8,88	8,82	-0,06	4,07	4,08	+0,01	1,06	1,10	+0,04
9	15,15	15,13	-0,02	17,22	17,19	-0,03	11,00	10,96	-0,04	8,44	8,43	-0,01	4,01	4,03	+0,02	0,98	1,02	+0,04
10	14,39	14,32	-0,07	16,49	16,53	+0,04	10,52	10,51	-0,01	8,16	8,16	0,00	3,94	3,94	0,00	0,88	0,92	+0,04
11	13,66	13,63	-0,03	15,90	15,85	-0,05	10,28	10,23	-0,05	7,85	7,92	+0,07	3,87	3,89	+0,02	0,80	0,83	+0,03
12	12,03	12,03	0,00	15,38	15,38	0,00	9,98	10,01	+0,03	7,72	7,72	0,00	3,86	3,83	-0,03	0,75	0,75	0,00
13	12,53	12,50	-0,03	14,95	14,97	+0,02	9,62	9,76	+0,14	7,46	7,56	+0,10	3,77	3,77	0,00	0,70	0,70	0,00
14	12,12	12,02	-0,10	14,58	14,58	0,00	9,36	9,45	+0,09	7,24	7,24	0,00	3,67	3,70	+0,03	0,68	0,68	0,00
15	11,77	11,77	0,00	14,32	14,26	-0,06	9,13	8,09	-0,04	7,04	6,99	-0,05	3,61	3,61	0,00	0,66	0,67	+0,01
16	11,94	11,87	-0,07	14,08	14,15	+0,07	8,94	8,82	-0,12	6,88	6,81	-0,07	3,56	3,54	-0,02	0,64	0,65	+0,01
17	12,45	12,39	-0,06	14,37	14,35	-0,02	8,84	8,79	-0,05	6,75	6,74	-0,01	3,55	3,51	-0,04	0,63	0,59	-0,04
18	13,33	13,37	+0,04	14,90	14,94	+0,04	9,10	9,13	+0,03	6,76	6,89	+0,13	3,58	3,57	-0,01	0,62	0,58	-0,04
19	14,68	14,64	-0,04	15,88	15,92	+0,04	9,68	10,91	+0,23	7,41	7,43	+0,02	3,71	3,79	+0,08	0,62	0,68	+0,06
20	16,13	16,03	-0,10	17,11	17,01	-0,10	11,06	11,11	+0,05	8,31	8,25	-0,06	4,18	4,16	-0,02	0,89	0,85	-0,04
21	17,44	17,35	-0,09	18,64	18,53	-0,11	12,67	12,52	-0,15	9,48	9,34	-0,14	4,69	4,63	-0,06	1,40	1,38	-0,02
22	18,41	18,42	+0,01	19,82	19,81	-0,01	14,13	13,95	-0,18	10,53	10,54	+0,01	5,17	5,13	-0,04	2,07	2,09	+0,02
23	19,25	19,22	-0,03	20,85	20,88	+0,03	15,19	15,22	+0,03	11,59	11,65	+0,06	5,50	5,51	+0,01	2,39	2,38	-0,01
Minut.	16,14			18,08			12,20			9,30			4,36			1,42		

Formeln nach denen die Temperaturen berechnet sind.

(Die Skale ist die hunderttheilige. —  $t_{\varepsilon_n}$  bedeutet den wahrscheinlichen Fehler.)

*Januar.*

$$t_n = -9,985 + 1,3316 \sin(n 15^\circ + 54^\circ 13') + 0,5511 \sin(n 30^\circ + 57^\circ 45') - 0,1963 \sin(n 45^\circ + 61^\circ 40')$$

$$(t_{\varepsilon_n}) = 0,0485.$$

*Februar.*

$$t_n = -5,99 + 2,2140 \sin(n 15^\circ + 51^\circ 45') + 0,7471 \sin(n 30^\circ + 52^\circ 33') - 0,2294 \sin(n 45^\circ + 65^\circ 44')$$

$$(t_{\varepsilon_n}) = 0,0456.$$

*März.*

$$t_n = -2,76 + 2,122 \sin(n 15^\circ + 54^\circ 21') + 0,582 \sin(n 30^\circ + 63^\circ) + 0,065 \sin(n 45^\circ + 228^\circ 34')$$

$$(t_{\varepsilon_n}) = 0,0593.$$

*April.*

$$t_n = 4,86 + 3,3272 \sin(n 15^\circ + 51^\circ 43') + 0,6116 \sin(n 30^\circ + 76^\circ 36') + 0,1816 \sin(n 45^\circ + 262^\circ 20')$$

$$(t_{\varepsilon_n}) = 0,0533.$$

*Mai.*

$$t_n = 10,582 + 3,6851 \sin(n 15^\circ + 54^\circ 10') + 0,3058 \sin(n 30^\circ + 110^\circ 50') + 0,2574 \sin(n 45^\circ + 242^\circ 11')$$

$$(t_{\varepsilon_n}) = 0,0342.$$

*Juni.*

$$t_n = 15,791 + 5,1228 \sin(n 15^\circ + 56^\circ 53') + 0,2301 \sin(n 30^\circ + 95^\circ 3') + 0,2681 \sin(n 45^\circ + 260^\circ 36')$$

$$(t_{\varepsilon_n}) = 0,0402.$$

*Juli.*

$$t_n = 16,14004 + 4,3130 \sin(n 15^\circ + 56^\circ 50') + 0,3132 \sin(n 30^\circ + 106^\circ) + 0,2234 \sin(n 45^\circ + 242^\circ)$$

$$(t_{\varepsilon_n}) = 0,0394.$$

*August.*

$$t_n = 18,0755 + 4,1018 \sin(n 15^\circ + 52^\circ 3') + 0,5100 \sin(n 30^\circ + 65^\circ 8') + 0,1698 \sin(n 45^\circ + 209^\circ 10')$$

$$(t_{\varepsilon^n}) = 0,352.$$

*September.*

$$t_n = 12,198 + 3,7080 \sin(n 15^\circ + 55^\circ 45') + 0,9894 \sin(n 30^\circ + 61^\circ 58') + 0,1095 \sin(n 45^\circ + 183^\circ 27')$$

$$(t_{\varepsilon^n}) = 0,0378.$$

*October.*

$$t_n = 9,288 + 2,7875 \sin(n 15^\circ + 55^\circ 50') + 0,9033 \sin(n 30^\circ + 63^\circ 38') + 0,0844 \sin(n 45^\circ + 73^\circ 42')$$

$$(t_{\varepsilon_n}) = 0,0491.$$

*November.*

$$t_n = 4,3628 + 0,9312 \sin(n 15^\circ + 67^\circ 28') + 0,4133 \sin(n 30^\circ + 84^\circ 34') + 0,0817 \sin(n 45^\circ + 105^\circ 5')$$

*December.*

$$t_n = 1,4210 + 0,8990 \sin(n 15^\circ + 61^\circ 46') + 0,4035 \sin(n 30^\circ + 64^\circ 10') + 0,1329 \sin(n 45^\circ + 75^\circ)$$

$$(t_{\varepsilon^n}) = 0,0188.$$

Stunde.	1.	J a h r. 2.	3.
0	10,88	10,87	-0,01
1	11,25	11,24	-0,01
2	11,37	11,29	-0,08
3	11,12	11,05	-0,07
4	10,58	10,57	-0,01
5	9,84	9,89	+0,05
6	9,22	9,23	+0,01
7	8,52	8,52	0,00
8	8,87	8,98	+0,01
9	7,39	7,35	-0,04
10	6,84	6,85	+0,01
11	6,45	6,44	-0,01
12	6,01	6,06	+0,05
13	5,70	5,72	+0,02
14	5,45	5,42	-0,03
15	5,25	5,21	-0,04
16	5,18	5,17	-0,01
17	5,33	5,38	+0,05
18	5,70	5,77	+0,07
19	6,41	6,45	+0,04
20	7,36	7,34	-0,02
21	8,41	8,35	-0,06
22	9,33	9,34	+0,01
23	10,25	10,22	-0,03
Mittel	+7,982C.		

Zur Berechnung der Temperatur für das ganze Jahr diene folgende

Formel:

$$t_n = 7,982 + 2,9640 \sin(n 15^\circ + 54^\circ 36') + 0,5090 \sin(n 30^\circ + 72^\circ 52')$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler:

$$e''(T_n) = 0,0260.$$

Ich habe hierbei schon das vierte Glied für überflüssig gehalten, indem sein Einfluss höchst unbedeutend ist, und nur beim größten Sinus  $\pm 0,016$  beträgt. Es ist nämlich  $0,017 \sin(n 45^\circ + 211^\circ 15')$ .

Anmerkung. Die mittleren Temperaturen für das Jahr sind nicht aus den zuvor angegebenen 12 Monaten berechnet, sondern für den Januar und Februar sind die des Jahres 1837 genommen.

## XXII. *Warme Höhle bei Montpellier.*

Diese vor wenigen Jahren von Hrn. Montels auf seinen Ländereien entdeckte Höhle liegt eine Viertelmeile nordwestlich von Montpellier, und hat durch ihre beträchtliche Wärme die Aufmerksamkeit in dortiger Gegend auf sich gezogen. Hr. Marcel de Serres besuchte sie zu verschiedenen Zeiten. Das erste Mal geschah es im Mai 1837 bei einer Temperatur der Atmosphäre von  $+14^{\circ}$  C.; am tiefsten Punkt der sehr steil hinabgehenden Höhle, 34 Meter in senkrechter Tiefe unter der Erdoberfläche, zeigte das Thermometer damals  $21^{\circ},5$  bis  $21^{\circ},6$  C. Im Juli desselben Jahres untersuchte er sie abermals. Im Freien war die Lufttemperatur  $31^{\circ}$  C., im Tiefsten der Höhle wiederum  $21^{\circ},5$  bis  $21^{\circ},6$ , und zwar nicht blofs in der Luft, sondern auch in dem Schlamm, der den Boden der Höhle bedeckte. Die Wärme dieser Höhle rührt daher nicht von zufälligen Ursachen her; sie übertrifft die mittlere Temperatur von Montpellier ( $+17^{\circ}$  C.) auch zu sehr (um  $4^{\circ},5$  bis  $4^{\circ},6$  C.), als dafs sie von regelmässiger Zunahme der Erdtemperatur nach dem Inneren abzuleiten wäre. Sie mufs daher einen gleichen Grund haben wie die der heifsen Quellen. Bestätigt wird dies dadurch, dafs etwa 400 Meter von der Höhle entfernt, aus einer Spalte in demselben Kalkgestein Wasserdämpfe hervordringen, welche im Maimonat, bei  $10^{\circ}$  bis  $12^{\circ}$  Lufttemperatur,  $+23^{\circ}$  C. zeigten, so wie denn auch eine benachbarte Quelle eine Temperatur von  $21^{\circ}$  bis  $22^{\circ}$  C. hat. (*Bibl. univers. N. Ser. T. X p. 387.*) — Ganz neuerlich hat Hr. M. de Serres mittelst eingeborhrter Löcher die Temperatur des Gesteins der Höhle zu bestimmen gesucht. In einem dieser Löcher zeigte das Thermometer  $22^{\circ},55$ , in

dem andern 21°,75 C. Die Thatsache der hohen Temperatur des Felsens unterliegt daher keinem Zweifel. (*C. R. T. VIII p. 132.*)

### XXIII. *Notiz in Betreff der thermischen Wirkung elektrischer Ströme.*

In dem lehrreichen Aufsatz des Hrn. Prof. Vorsselman de Heer, S. 519 dieses Hefts, wird der Satz aufgestellt, dafs, wenn ein Volta'scher Strom von der Intensität  $I$  einen Draht durchläuft, in dem Stück dieses Drahts, dessen Länge  $l$ , Leitungsfähigkeit  $c$  und Querschnitt  $s$  ist, eine *Wärmemenge* proportional  $I \frac{l}{cs}$  frei wird. Der Beweis dieses Satzes wird einer späteren Abhandlung vorbehalten.

Es ist dabei unsererseits zu bemerken versäumt worden, dafs dieser Satz eine unmittelbare Folge der allgemeinen Formel ist, welche Hr. Dr. Riefs vor längerer Zeit (*Annalen*, Bd. XXXV S. 23) für die in einem Bogen aus heterogenen Metallen durch elektrische Entladungen erregte Wärmemenge gegeben und mit zahlreichen Messungen belegt hat, nämlich der Formel:

$$W = \frac{axl}{r^2} \left( \frac{1}{1 + \frac{bx\lambda}{\rho^2}} \right) \frac{q^2}{s}.$$

Sie schliesst den ersteren Fall ein, da  $x$  proportional  $\frac{1}{c}$  und  $r^2$  proportional  $s$ , auch der zweite und dritte Factor constant genommen sind. — Ueberdies hat Hr. Dr. R. schon in einem früheren Aufsatz (*Ann. Bd. XXXIII S. 62*), wo nur von homogenen Drähten die Rede ist, gezeigt, dafs die durch elektrische Entladungen erregte Wärmemenge proportional ist direct der Länge und umgekehrt dem Querschnitt. P.



Fig. 3.

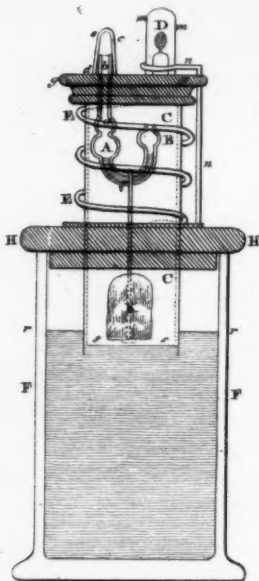


Fig. 5.

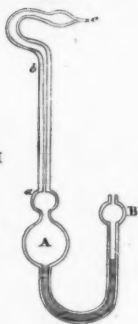


Fig. 4.

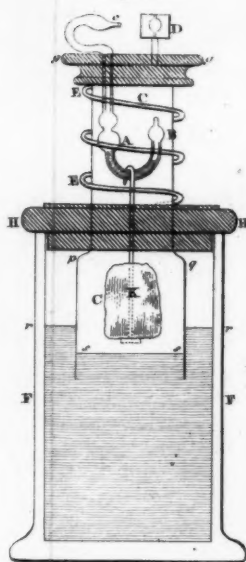


Fig. 6.

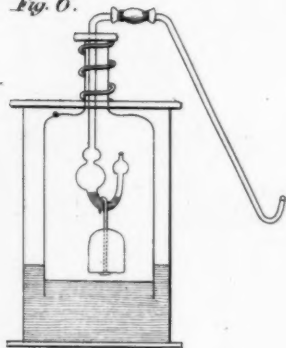


Fig. 7.

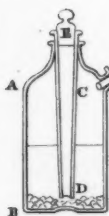
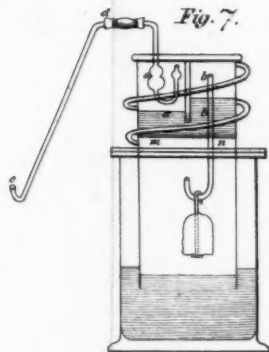




Fig. 11.

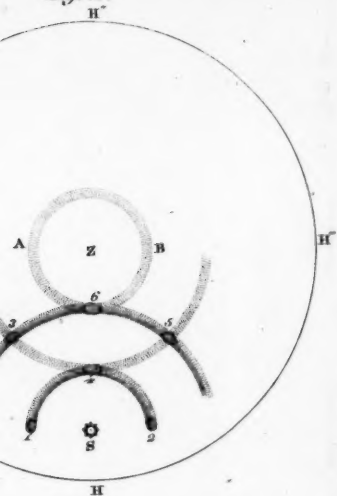


Fig. 9.

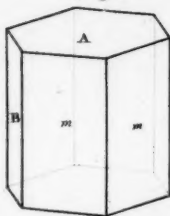


Fig. 10.

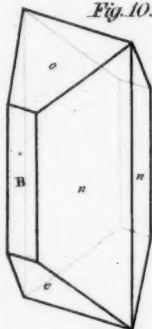


Fig. 8.

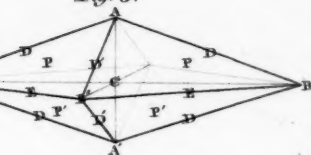


Fig. 2.

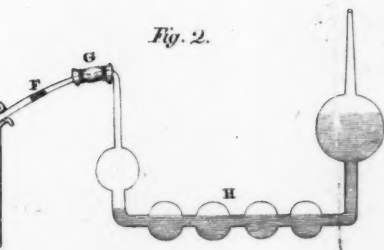
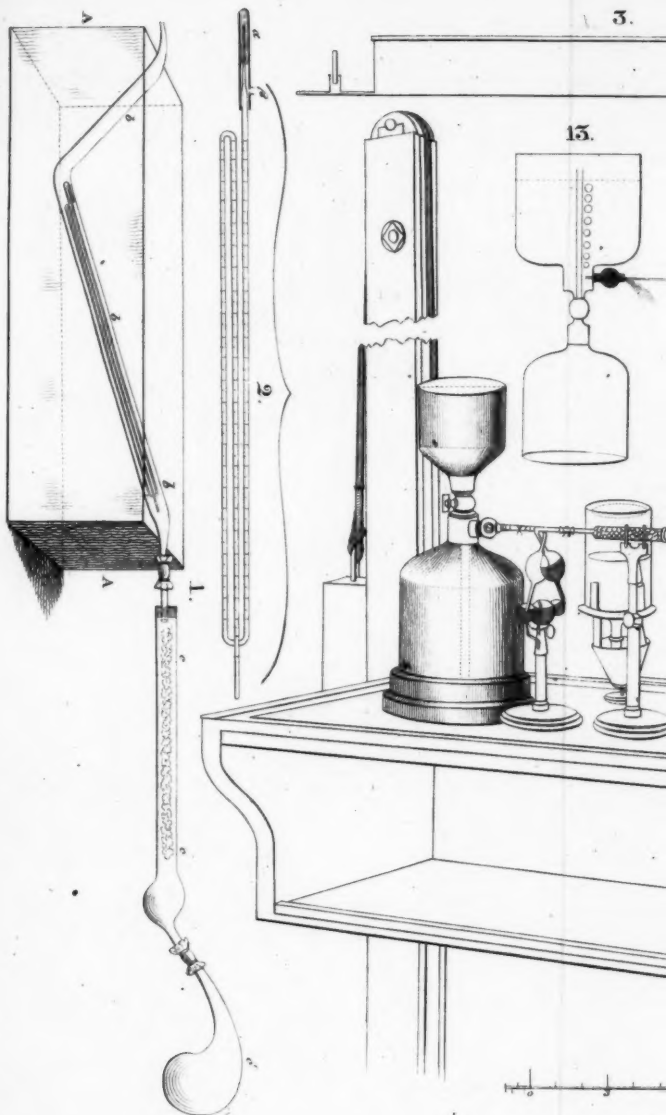


Fig. 1.





5.



12.

4.



5.



11.



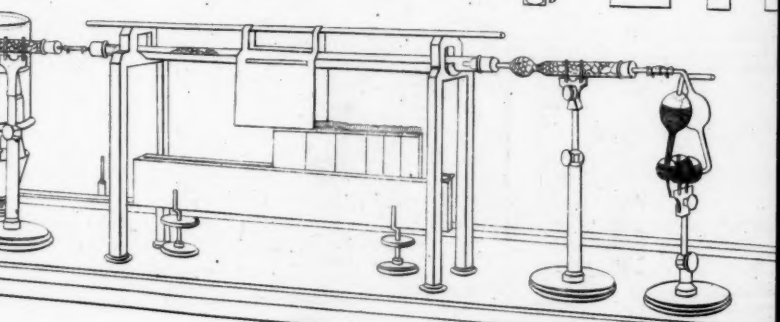
10.



9.



6.



14.



3.

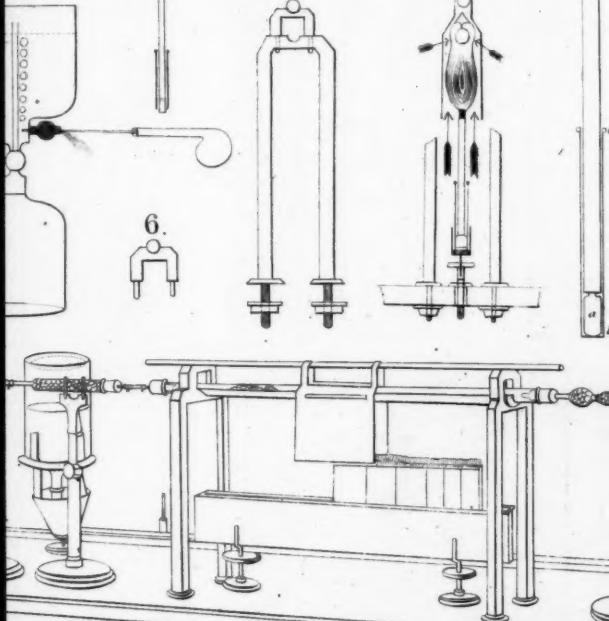
13.

4.

5.

6.

11.



14.



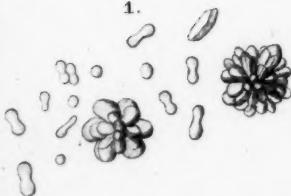
Anu



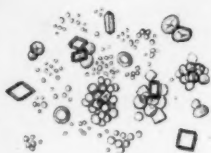
2.



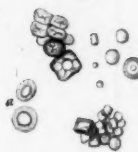
1.



4.



5.



7.



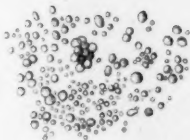
Ann. d.

Taf. III.

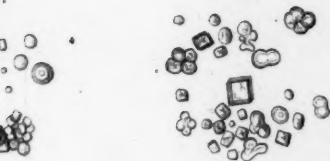
2.



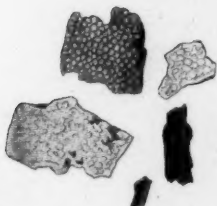
3.

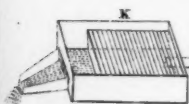
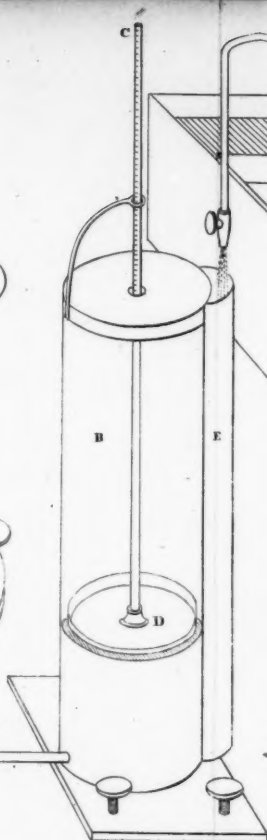
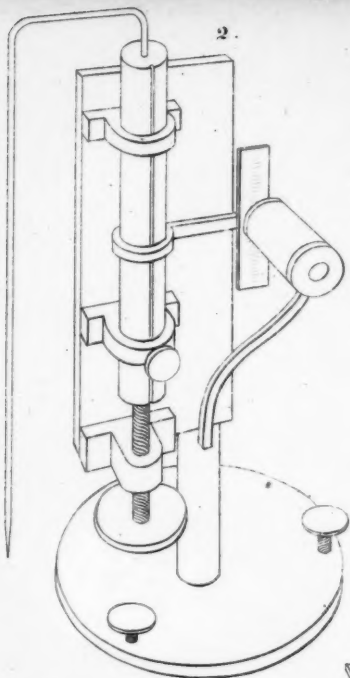


6.



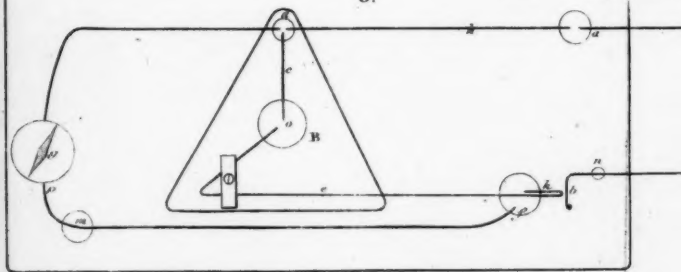
8.





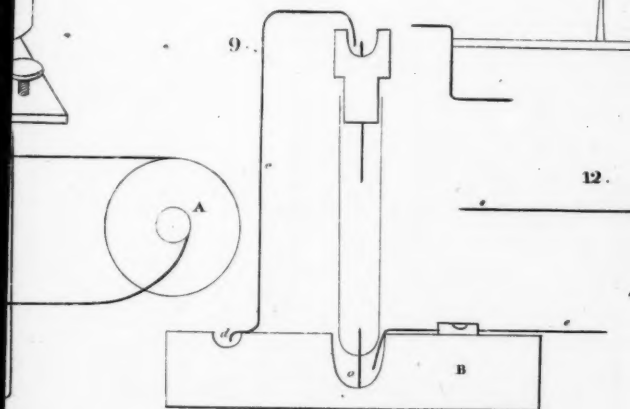
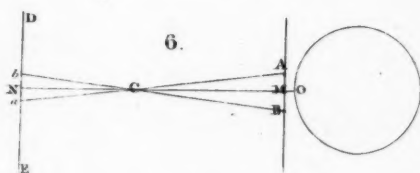
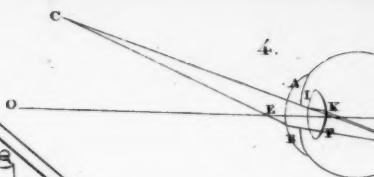
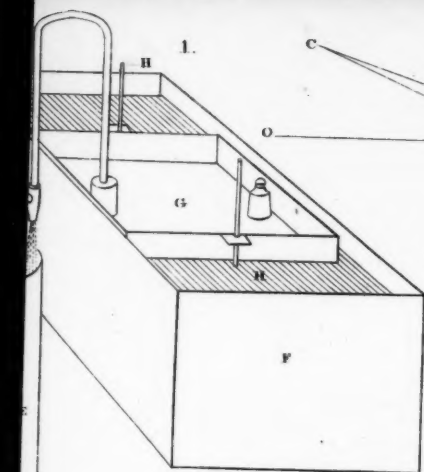
A

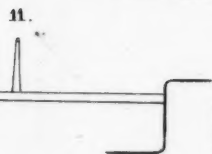
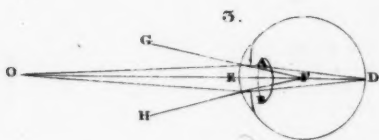
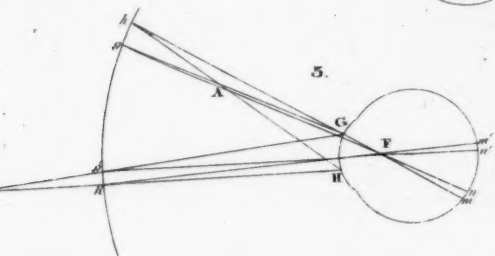
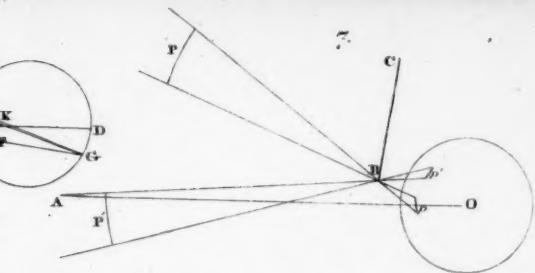
8.



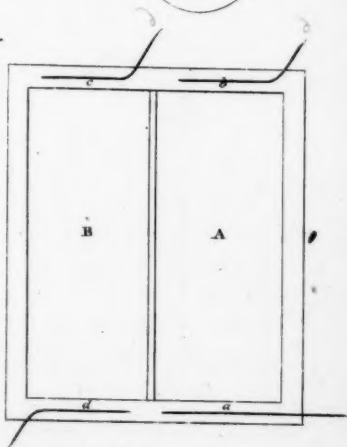




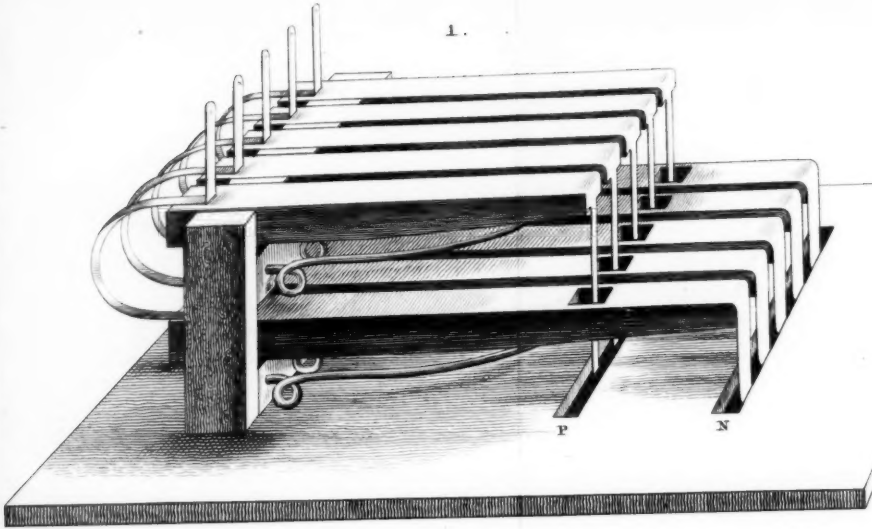




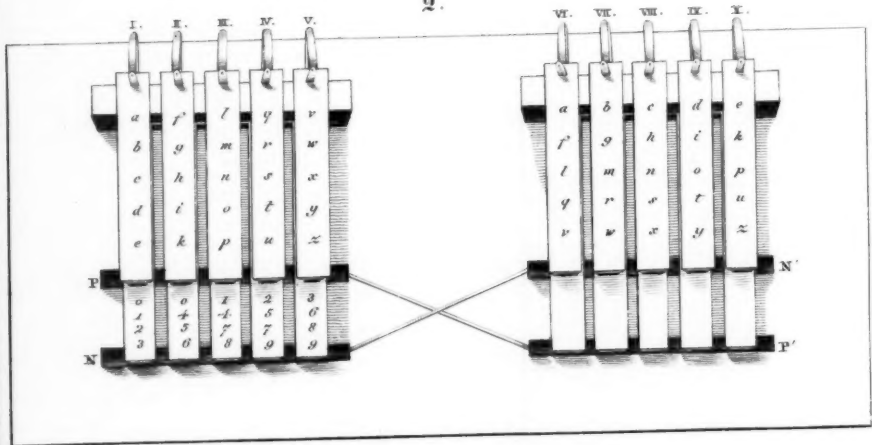
10.



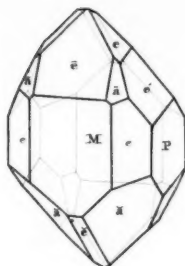
1.



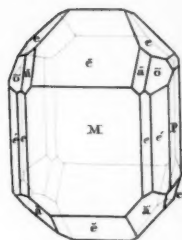
2.



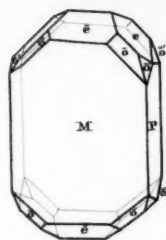
5. a.



6. a.



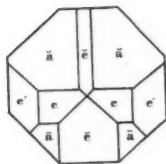
7. a.



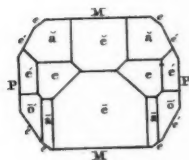
7. b.



5. b.



6. b.



3.

